ENSINO DE GEOGRAFIA

e a Redução do Risco de Desastres em espaços urbanos e rurais

EUMETSAT

Cemaden
Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

PPGeo

AGE
Asociación Española de Geografía

associação dos geógrafos brasileiros
Seção Bauru

LAPIS

Docência para Educação Básica
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

CPS
Centro Paula Souza

Fatec Lins

Etec
Astor de Mattos Carvalho
Cabrália Paulista

Organizadores

Lourenço Magnoni Júnior
Maria da Graça Mello Magnoni
Mayleen Cabral
Mardilson Machado Torres
Cláudio Eduardo de Castro
Luciana de Resende Londe
Roberto Serrano-Notivoli
Wellington dos Santos Figueiredo
Humberto Alves Barbosa
José Ignacio Prieto

ENSINO DE GEOGRAFIA
e a Redução do Risco de Desastres em espaços urbanos e rurais

1ª Edição

São Paulo
Centro Paula Souza
2022

Expediente:

Associação Espanhola de Geografia (AGE)
Presidente:
Jesús M. González Pérez

Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru)
Diretor:
Elian Alabi Lucci

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Diretora Superintendente:
Laura Margarida Josefina Laganá

Centro Paula Souza: Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho – Cabrália Paulista – SP
Diretor:
Daniel do Carmo de Camargo

Centro Paula Souza: Faculdade de Tecnologia de Lins – SP
Diretor:
Luciano Soares de Souza

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)
Diretor:
Osvaldo Luiz Leal de Moraes

Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde (CEPEDES) – Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)
Coordenador:
Carlos Machado de Freitas

Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CATI/CDRS) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Coordenador:
Alexandre Grassi

Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR) para as Américas e o Caribe
Chefe:
Raul Salazar

IPMet – Centro de Meteorologia de Bauru – FC/UNESP
Responsável:
Vera Lúcia Messias Fialho Capellini

Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (LAPIS) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Coordenador:
Humberto Alves Barbosa

Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT)
Representante:
José Ignacio Prieto

Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP/Bauru – SP
Coordenadora:
Rita Melissa Lepre

Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA):
Luiz Carlos Araújo dos Santos

Normatização bibliográfica:
Nilton de Araújo Júnior

Revisão:
Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza)
Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP Bauru)
Wellington dos Santos Figueiredo (Centro Paula Souza)

Projeto Gráfico e Diagramação:
Nilton de Araújo Júnior

Ilustrações da capa e miolo:
Mardilson Machado Torres (Artista visual de Bujari-Acre-BR)

O conteúdo e opiniões expressas nos artigos são de inteira responsabilidade de seus autores.

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR. Direitos para esta edição foram cedidos pelos autores e organizador. Qualquer parte ou a totalidade do conteúdo desta publicação pode ser reproduzida oucompartilhada. Obra sem fins lucrativos e com distribuição gratuita. O conteúdo dos artigos publicados é de inteira responsabilidade de seus autores, não representando a posição oficial do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Dados para Catalogação

Ensino de geografia e a redução do risco de desastres em espaços urbanos e rurais [recurso eletrônico]. / organizado por Lourenço Magnoni Junior, Maria da Graça Mello Magnoni, Mayleen Cabral, Mardilson Machado Torres, Cláudio Eduardo de Castro, Luciana de Resende Londe, Roberto Serrano-Notivoli, Wellington dos Santos Figueiredo, Humberto Alves Barbosa e José Ignacio Prieto. – 1. ed. – São Paulo: CPS, 2022.
818 p. : il.

Inclui Bibliografia
Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader
Modo de Acesso: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/EGRR2022/EGRR_1ed-2022.pdf

ISBN: 978-65-87877-33-4

1.Ensino de geografia. 2.Redução do risco de desastres. 3.Espaços urbanos e rurais. I.Magnoni Junior, Lourenço. II.Magnoni, Maria da Graça Mello. III.Cabral, Mayleen. IV.Torres, Mardilson Machado V.Castro, Cláudio Eduardo de. VI.Londe, Luciana de Resende. VII.Serrano-Notivoli, Roberto. VIII. Figueiredo, Wellington dos Santos. IX.Barbosa, Humberto Alves. X.Prieto, José Ignacio. XI.Título.

CDD 363.7
CDU 910.504

ISBN: 978-65-87877-33-4
9 786587 877334
CBL

ISBN 978-65-87877-33-4
https://doi.org/10.57243/BHUG1272

Corpo Editorial:

Alonso Brenes-Torres (Professor da Universidade da Costa Rica – San José – Costa Rica)
Carla Juscélia de Oliveira Souza (Professora do Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João del-Rei – São João del-Rei – MG)
Carlos Machado de Freitas (Pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro – RJ)
David Stevens (Resilient Expert) – Viena – Áustria
Débora Olivato (CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais de São José dos Campos – SP)
Eduardo Soares Macedo (Pesquisador Instituto de Pesquisas Tecnológicas – São Paulo – SP)
Eronildo Braga Bezerra (Professor da Faculdade de Ciências Agrárias da UFAM – Manaus – AM)
Eugenio Calei Lucamba (Professor do Instituto Superior de Ciências da Educação de Huambo – Angola)
Eymar Silva Sampaio Lopes (Pesquisador Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – São José dos Campos – SP)
Humberto Alves Barbosa (Representante da EUMETSAT no Brasil e pesquisador do LAPIS: Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites da UFAL – Maceió – AL)
Jesús M. González Pérez (Professor do Departamento de Geografia da Universidade das Ilhas Beleares – Espanha)
Jorge Olcina Cantos (Associação Espanhola de Geografia – AGE/Universidade de Alicante – Alicante – Espanha)
José Mauro Palhares (Professor do Departamento de Geografia UNIFAP – Oiapoque – AP)
José Misael Ferreira do Vale (Professor do Departamento de Educação da UNESP – Bauru – SP)
Jurandyr Luciano Sanches Ross (Professor do Professor do Departamento de Geografia da USP – São Paulo – SP)
Khokhy Sefo Maria Barros (Professor do Instituto Superior Politécnico de N'dalatando – Angola)
Luciana de Resende Londe (CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais de São José dos Campos – SP)
Luciano Lourenço (Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra – Portugal)
Lucivânio Jatobá (Departamento de Geografia da UFPE – Recife – PE)
Masato Kobiyama (Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre – RS)
Mayleen Cabral (Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres para as Américas e o Caribe)
Nahuel Arenas (Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres para as Américas e o Caribe)
Osvaldo Luiz Leal de Moraes (CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais de São José dos Campos – SP)
Oswaldo Massambani (Professor IAG/USP – São Paulo – SP)
Rachel Trajber (CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais de São José dos Campos – SP)
Roberto Serrano Notivoli (Professor do Departamento de Geografia da Universidade Autônoma de Madrid – Espanha)
Ruy Moreira (Departamento de Geografia UFF – Niterói – RJ)
Sergio Luiz Dias Portella (Pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro – RJ)
Wilson Tadeu Lopes da Silva (Pesquisador da Embrapa Instrumentação – São Carlos – SP)

Instituições Parceiras:

- Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru);
- Associação Espanhola de Geografia (AGE);
- Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS)
- Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde (CEPEDES) – Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz);
- Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN);
- Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CATI/CDRS) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.
- Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR) – Regional Américas e Caribe;
- Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (LAPIS) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL);
- Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT).
- Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP/Bauru – SP;
- Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Organizadores:

EUMETSAT - Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos

CEMADEN-Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

AGE - Asociación Española de Geografía

AGB - Associção dos Geógrafos Brasileiros - Seção Bauru

UEMA - Universidade Estadual do Maranhão

LAPIS - Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites

PPGDEB - UNESP/Bauru-SP

CPS - Centro Paula Souza

Faculdade de Tecnologia de Lins

Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho - Cabrália Paulista

Apoio:

Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR)

Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030

Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC/ONU)

FIOCRUZ

IPMet – Centro de Meteorologia de Bauru

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

ISPNd - Instituto Superior Politécnico de Ndalatando–Angola

SUMÁRIO

Prefácio / Preface / Prefacio 9

Introdução / Introduction / Introducción 12

Local policy development for the implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk 15
Clément Da Cruz • Mayleen Cabral • Natalia Villamizar Duarte • Nahuel Arenas García

Ensino de Geografia e a Redução do Risco de Desastres em espaços urbanos e rurais 39
Lourenço Magnoni Júnior • Maria da Graça Mello Magnoni

La enseñanza del clima, el cambio climático y los extremos atmosféricos: propuestas para la ciudadanía desde la universidad 59
Esther Sánchez Almodóvar • Jorge Olcina Cantos • Javier Martí Talavera • Antonio Oliva Cañizares • Samuel Biener Camacho

Espaço, mídia e sociedade: o ensino de Geografia e a formação crítica – reflexões a partir das questões socioambiental e sociocultural 97
Wellington dos Santos Figueiredo • Antônio Francisco Magnoni

Implementación en la docencia del proceso de creación de una base nacional de erosión en viñedos para potenciar la protección del suelo fértil y frenar la degradación 126
Jesús Rodrigo-Comino • Andrés Caballero-Calvo • Antonio Jódar-Abellán • Enric Terol • Artemi Cerdà

Práticas em climatologia geográfica para a formação do licenciado em Geografia, percebendo o clima do território 140
Claudio Eduardo de Castro

¿Pueden los MOOC afianzar la enseñanza de los riesgos naturales?: Aprendizajes basados en la experiencia y percepción del estudiantado 158
Sandra Ricart • Rubén Villar-Navascués • María Hernández-Hernández

Risco socioambiental e ensino de Geografia: relação teoria-prática e discussão no contexto da formação docente 175
Carla Juscélia de Oliveira Souza • Alícia de Oliveira Moreira Pereira • Lucas Luan Giarola

SINOBAS, un ejemplo de ciencia ciudadana sobre los fenómenos meteorológicos extremos en España 196
Maria del Carmen Moreno García

A educação geográfica no enfrentamento dos riscos híbridos no Pantanal de Aquidauana 211
Elvira Fátima de Lima Fernandes • Emerson Pinheiro dos Santos Benites • Jeilson Freitas de Souza Ezidio • Rafael Gonçalves de Oliveira • Vicentina Socorro da Anunciação

El tratamiento de los riesgos naturales en los libros de texto de Ciencias Sociales (Educación Primaria, España) 241
Álvaro-Francisco Morote • Jorge Olcina Cantos

O ensino de Geografia e as contribuições da geomorfologia antrópica na compreensão de desastres ambientais em Teresina, Piauí 262
Alda Cristina de Ananias Araujo • Jaelson Silva Lopes • Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Uso da detecção remota nos processos de desflorestação: um caso de estudo município do Púri na província do Uíge-Angola 282
Tiago João Muana • Khokhy Sefo Maria Barros • António Valter Chissingui

Geotecnologias aplicadas ao mapeamento de áreas de inundação e enxurradas: estudo de caso em uma microrregião 296
André Luiz Nascentes Coelho • Miquelina Aparecida Deina

Os processos erosivos de origem continental em espaços urbanos e rurais no Estado de São Paulo: aspectos conceituais e estudos de casos 316
Jair Santoro • Eduardo Schmid Braga

Tecnologias espaciais de observação da terra e percepção de riscos de desastres naturais: acesso à ciência e tecnologia na educação popular 336
Aluizio Brito Maia • Luísa de Carvalho Jurka

O espaço vivido das famílias da ocupação do Córrego Sem-Dúvida – Londrina/Paraná ... 350
Ideni Terezinha Antonello • Agda Natalia Davi

Dinâmica multitemporal de focos de queimadas e variáveis climáticas, em Angola nos períodos 2009-2010, 2014-2015 e 2018-2019 373
Khokhy Sefo Maria Barros • António Paulo Mateus • João Francisco de Sousa Gaspar da Silva

A mobilização comunitária para a Redução de Risco de Desastres: a influência de diferenças socioespaciais 388
Flavio Souza Brasil Nunes • Leonardo Esteves de Freitas • Ana Luiza Coelho Netto

Agricultura urbana e periurbana em São Paulo/Brasil 404
Antoniane Arantes de Oliveira Roque • Jansle Vieira Rocha • Alexandre Betinardi Strapasson

Integrative approach for risk and disaster reduction: the Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem Nexus 434
Masato Kobiyama • Marina Refatti Fagundes • Tássia Mattos Brighenti • Tiffanie Faye Stone • Claudia Weber Corseuil

Desertificação e mapeamento de áreas degradadas no semiárido brasileiro a partir de satélites 465
Catarina de Oliveira Buriti • Humberto Alves Barbosa

A Comunicação e a percepção de riscos de desastres e emergências: uma análise dos impactos gerados pelas diferentes mídias sociais 484
Vera Lúcia Monteiro • Roque Antônio de Moura

O Índice de Conectividade Hidrossedimentológica: uma ferramenta auxiliar na gestão de risco de desastres naturais 498
Franciele Zanandrea • Bruno Henrique Abatti • Leonardo Rodolfo Paul • Masato Kobiyama • Gean Paulo Michel

O papel da escola na redução de risco de desastres: metodologia participativa e valorização do diálogo para produção de novos conhecimentos 517
Ana Luiza Coelho Netto • Vania Rocha • Leonardo Esteves de Freitas • Tomás Coelho Netto Duek

Soluções baseadas na natureza para redução de riscos de desastres socioambientais: um estudo sobre políticas públicas municipais em zonas costeiras 534
Henrique Almeida Forini • Luciana de Resende Londe • Marcos Pellegrini Coutinho • Victor Marchezini • Samia Nascimento Sulaiman

Formação em educação para a redução de risco de desastres: o caso da rede municipal de São José dos Campos–SP 559
Tatiana Sussel Gonçalves Mendes • Patricia Mie Matsuo • Rachel Trajber • Débora Olivato • Ive Costa Carvalho Ferreira • Hosana Mendes da Costa Rateiro • Maria Francisca Azeredo Velloso • Carolina Tosetto Pimentel

Como estamos vendo as nossas cidades: coleta de dados participativa e colaborativa através de um projeto de extensão universitária 580
Aloísio Lélis de Paula • Luciana de Resende Londe • Marina Gonçalves de Mattos • Tatiana Sussel Gonçalves Mendes • Veronica Abreu Costa Lima de Abreu

Hydrological forecasting with HEC-RTS: case study of boi river trail, southern Brazil 602
Marina Refatti Fagundes • Masato Kobiyama • Fernando Mainardi Fan • Calvin Creech • Franciele Maria Vanelli

Bacia hidrográfica + resiliente em afogamento: uma nova estratégia 625
Antonio Schinda

Escolas seguras - iniciação científica como prática de cidadania em escolas públicas para redução de risco de desastres 637
Pedro Carignato Basilio Leal • Rosangela do Amaral • Thiago Lobão Cordeiro • Débora Olivato

Gestão de riscos de desastres no Arquipélago do Bailique, foz do rio Amazonas, Amapá, Brasil 674
Orleno Marques da Silva Junior • Claudio Fabian Szlafsztein • Maxwell Moreira Baia

An integrative approach for overcoming dichotomous thinking in natural hazards and disasters research 697
Franciele Maria Vanelli • Masato Kobiyama • Itzayana González Ávila • Emanuel Fusinato • Mariana Madruga de Brito

Modelação de precipitação máxima na bacia hidrográfica do rio Vez 720
Maria da Glória Gonçalves

Geografia, planejamento ambiental e bio-necropolítica dos desastres tecnológicos: o desastre de Mariana - MG 742
Vitória Duarte Miranda • Marina Aires • Cristiane Cardoso • Gabriel Duarte Miranda

Geografia e Poder Público na gestão territorial coletiva 762
Antoniane Arantes de Oliveira Roque • Renata de Faria Rocha Furigo

Enchentes: a relação entre águas pluviais, fluviais e a expansão urbana na bacia do Córrego Segredo em Campo Grande - MS 779
Rejane Alves Félix

Validation of the Waldvogel technique for the prognosis of hail occurrence in the countryside of São Paulo 798
André Mendonça de Decco • José Carlos Figueiredo

Sobre os Organizadores 815

Prefácio

Uma das principais características das últimas décadas foi o aumento da ocupação dos espaços urbanos. Mais de 80% da população brasileira vive nas cidades e outra imensa proporção nas grandes cidades. Este fenômeno não é nacional. Ele é observado em todo o globo. O que é nacional, assim como o é também em todos os países metaforicamente chamados de "em desenvolvimento", é a ocupação desordenada dos espaços territoriais. Adicionalmente, e como agravante, é que esses espaços são ocupados pela parte socialmente mais vulnerável da sociedade. A combinação destes dois fatores, ocupação desordenada dos espaços por cidadãos que possuem menores condições sociais são os ingredientes básicos para o Risco de Desastre. É universalmente aceito e compreendido que o Risco de Desastre é uma combinação destes dois elementos (exposição e vulnerabilidade) com a ameaça. Particularmente, no Brasil, as ameaças que mais deflagram desastres são as da natureza. Estas, por sua vez, dentre eles, é aquele sobre o qual não possuímos controle. Os eventos naturais estão além da nossa capacidade de domínio e, muitas vezes, até mesmo de previsão. Por outra lado, a exposição e a vulnerabilidade é uma construção humana. É a nossa sociedade que determina o seu estabelecimento e a sua perpetuação. O aumento do número de desastres que, muitas vezes é associado com o aumento do número de eventos extremos devido as mudanças climáticas, é decorrência do aumento da exposição e da vulnerabilidade. Ainda que vivêssemos em um planeta no qual as mudanças climáticas não estivessem em curso ainda assim nos confrontaríamos com o aumento do número dos desastres. A Redução do Risco e, a sua alma gêmea, a Gestão do Risco devem ser considerados como atores principais no palco deste teatro. Entretanto, é necessário aprofundar o olhar que temos sobre eles.

É neste sentido que o livro "Ensino de Geografia e a Redução do Risco de Desastres em Espaços Urbanos e Rurais" se insere. O papel que a academia, professores e pesquisadores possuem no teatro não é de coadjuvantes. Cabe àqueles que se nutrem das ferramentas do conhecimento e da ciência serem os holofotes. Sem a luz não há espetáculo e o espetáculo consiste em propiciar que a RRD e o GRD sejam eficientes e eficazes. Não há caminho para proteger os vulneráveis, estejam eles nos campos ou nas cidades, que não seja através dos abertos pelo conhecimento. Trabalhar, quer em RRD quer em GRD, com as ferramentas da Ciência é uma das mais nobres atividades que a Academia pode se envolver, pois isso é transformar e colocar o conhecimento a serviço dos tomadores de decisão para implementação de políticas adequadas e transformadoras. O livro tem, além disso, outro papel essencial: ENSINAR. Esta obra virou os olhos não para aqueles que optaram por seguir essa carreira maravilhosa da GEOGRAFIA. É esta área de estudo que confronta e se defronta, de modo transversal, com todos os elementos que compões o risco: vulnerabilidade, exposição e risco.

Dr. ***Osvaldo Luiz Leal de Moraes***
Diretor do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais - CEMADEN
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

Preface

One of the main characteristics of the last decades has been the increase in the occupation of urban spaces. More than 80% of the Brazilian population lives in cities and another huge proportion in large cities. This phenomenon is not national. It is observed across the globe. What is national, as it is also in all countries metaphorically called "developing", is the disorderly occupation of territorial spaces. Additionally, and as an aggravating factor, these spaces are occupied by the most socially vulnerable part of society. The combination of these two factors, disorderly occupation of spaces by citizens who have lower social conditions are the basic ingredients for Disaster Risk. It is universally accepted and understood that Disaster Risk is a combination of these two elements (exposure and vulnerability) with the threat. Particularly in Brazil, the threats that most trigger disasters are those of nature. These, in turn, among them, is the one over which we have no control. Natural events are beyond our ability to master and often even predict them. On the other hand, exposure and vulnerability is a human construction. It is our society that determines its establishment and its perpetuation. The increase in the number of disasters, which is often associated with the increase in the number of extreme events due to climate change, is due to increased exposure and vulnerability. Even if we lived on a planet where climate change was not underway, we would still be faced with an increase in the number of disasters. Risk Reduction and, its soul mate, Risk Management should be considered as the main actors on the stage of this theatre. However, it is necessary to deepen the look we have on them.

It is in this sense that the book "Teaching Geography and Disaster Risk Reduction in Urban and Rural Spaces" is inserted. The role that the academy, teachers and researchers have in theater is not supporting. It is up to those who feed on the tools of knowledge and science to be the spotlight. Without light, there is no spectacle and the spectacle consists of making RRD and DRG efficient and effective. There is no way to protect the vulnerable, whether in the countryside or in the cities, other than through those opened up by knowledge. Working, whether in RRD or DRM, with the tools of Science is one of the noblest activities that the Academy can get involved in, as this is transforming and putting knowledge at the service of decision makers for the implementation of adequate and transformative policies. The book also has another essential role: TEACHING. This work turned the eyes not to those who chose to follow this wonderful career of GEOGRAPHY. It is this area of study that confronts and is confronted, in a transversal way, with all the elements that make up the risk: vulnerability, exposure and risk.

Dr. ***Osvaldo Luiz Leal de Moraes***
Director of the National Center for Monitoring and Alerting Natural Disasters - CEMADEN
Ministry of Science, Technology and Innovations

Prefacio

Una de las principales características de las últimas décadas ha sido el aumento de la ocupación de los espacios urbanos. Más del 80% de la población brasileña vive en ciudades y otra gran proporción en grandes ciudades. Este fenómeno no es nacional. Se observa en todo el mundo. Lo nacional, como también en todos los países metafóricamente llamados "en desarrollo", es la ocupación desordenada de los espacios territoriales. Adicionalmente, y como agravante, estos espacios son ocupados por la parte socialmente más vulnerable de la sociedad. La combinación de estos dos factores, la ocupación desordenada de espacios por parte de ciudadanos de menores condiciones sociales son los ingredientes básicos del Riesgo de Desastres. Es universalmente aceptado y entendido que el Riesgo de Desastres es una combinación de estos dos elementos (exposición y vulnerabilidad) con la amenaza. Particularmente en Brasil, las amenazas que más desencadenan desastres son las de la naturaleza. Estos, a su vez, entre ellos, es aquel sobre el que no tenemos control. Los eventos naturales están más allá de nuestra capacidad de dominar y, a menudo, incluso de predecir. Por otro lado, la exposición y la vulnerabilidad es una construcción humana. Es nuestra sociedad la que determina su establecimiento y su perpetuación. El aumento en el número de desastres, que a menudo se asocia con el aumento en el número de eventos extremos debido al cambio climático, se debe a una mayor exposición y vulnerabilidad. Incluso si viviéramos en un planeta donde el cambio climático no estuviera en marcha, todavía nos enfrentaríamos a un aumento en el número de desastres. La Reducción de Riesgos y, su alma gemela, la Gestión de Riesgos deben ser considerados como los principales actores en el escenario de este teatro. Sin embargo, es necesario profundizar en la mirada que tenemos sobre ellos.

Es en este sentido que se inserta el libro "Enseñanza de Geografía y Reducción del Riesgo de Desastres en Espacios Urbanos y Rurales". El papel que tiene la academia, los docentes y los investigadores en el teatro no es de apoyo. Corresponde a quienes se alimentan de las herramientas del conocimiento y la ciencia ser el centro de atención. Sin luz no hay espectáculo y el espectáculo consiste en hacer eficientes y eficaces la RRD y la GRD. No hay forma de proteger a los vulnerables, ya sea en el campo o en las ciudades, sino a través de los que abre el conocimiento. Trabajar, ya sea en RRD o en DRM, con las herramientas de la Ciencia es una de las actividades más nobles en las que se puede involucrar la Academia, ya que es transformar y poner el conocimiento al servicio de los tomadores de decisiones para la implementación de políticas adecuadas y transformadoras. El libro también tiene otra función esencial: LA ENSEÑANZA. Este trabajo volteó los ojos no hacia aquellos que optaron por seguir esta maravillosa carrera de GEOGRAFÍA. Es esta área de estudio la que confronta y es confrontada, de forma transversal, con todos los elementos que componen el riesgo: vulnerabilidad, exposición y riesgo.

Dr. ***Osvaldo Luis Leal de Moraes***
Director del Centro Nacional de Monitoreo y Alerta de Desastres Naturales - CEMADEN
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovaciones

Introdução

A oportunidade de um livro como este responde aos desafios atuais da Geografia e sua capacidade como disciplina científica e ciência aplicada. Um livro necessário, que aborda temas de interesse e debates acadêmicos, mas também cidadãos, que aposta na multidisciplinaridade, com um notável nível de internacionalização e que privilegia o ensino e a aprendizagem em torno da redução do risco de desastres, contribuindo ainda com metodologias de investigação e técnicas de trabalho. Com um total de 38 capítulos e uma centena de autores abordam temas-chave como: mudanças climáticas, desastres socioambientais e naturais ou desertificação, entre muitos outros.

A Geografia se afasta progressivamente de seu caráter descritivo e se posiciona como uma ciência aplicada baseada no conhecimento científico. Embora às vezes a sociedade não o perceba, a Geografia não apenas analisa o território, mas diagnostica e desenvolve cada vez mais propostas no mesmo nível de outras disciplinas tradicionalmente consideradas mais aplicadas.

A importância da Geografia no planejamento e ordenamento territorial, entendida como disciplina, mas também como política pública, é extraordinária em muitos países, incluindo a Espanha, onde está se tornando uma importante oportunidade profissional para geógrafos e geógrafas. Através de uma leitura atenta do território, o conhecimento integrado das relações sociedade/natureza – natureza/sociedade e o uso da cartografia reforçam a nossa posição e conferem-nos uma vantagem comparativa sobre outras disciplinas.

A Geografia responde aos desafios da globalização e das mudanças climáticas. Os processos socioespaciais no marco da globalização que afetam tanto as áreas urbanas (do empobrecimento à desigualdade) quanto as rurais (do abandono da agricultura tradicional à crise demográfica) transformam o meio ambiente. Desastres naturais e as terríveis consequências das mudanças climáticas são, felizmente, não mais debates exclusivamente acadêmicos, e fazem parte das preocupações dos cidadãos e do discurso político. Nossos ensinamentos e experiências, como os discutidos neste livro, devem ser divulgados e acessíveis à sociedade, e devem ser conhecidos pelos responsáveis pela política.

A Geografia é uma ciência comprometida. Os desastres naturais têm sérios impactos sociais. São os mais vulneráveis que mais sofrem. A reclamação e o compromisso com os mais desfavorecidos devem reger nossas ações. A redução das desigualdades sociais contribuirá para a redução do risco de desastres.

Em suma, a Associação Espanhola de Geografia (AGE) só pode parabenizar os autores deste livro, parabenizar a colaboração científica hispano-brasileira-africana e agradecer à Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru), pela iniciativa e pela oportunidade de participar neste trabalho.

Dr. ***Jesús M. González-Pérez***
Catedrático de Geografía en la Universitat de les Illes Balears
Presidente de la Asociación Española de Geografía (AGE)

Introduction

The opportunity of a book like this one responds to the current challenges of Geography and its capacity as a scientific discipline and applied science. A necessary book, which addresses topics of interest and academic debates, but also citizens, which bets on multidisciplinarity, with a remarkable level of internationalization and that privileges teaching and learning around disaster risk reduction, also contributing with methodologies of research and work techniques. With a total of 38 chapters and a hundred authors, they address key topics such as: climate change, socio-environmental and natural disasters or desertification, among many others.

Geography progressively moves away from its descriptive character and positions itself as an applied science based on scientific knowledge. Although sometimes society does not perceive it, Geography not only analyzes the territory, but increasingly diagnoses and develops proposals at the same level as other disciplines traditionally considered to be more applied.

The importance of Geography in territorial planning, understood as a discipline, but also as a public policy, is extraordinary in many countries, including Spain, where it is becoming an important professional opportunity for geographers. Through a careful reading of the territory, the integrated knowledge of society/nature – nature/society relations and the use of cartography reinforce our position and give us a comparative advantage over other disciplines.

Geography responds to the challenges of globalization and climate change. The socio-spatial processes within the framework of globalization that affect both urban areas (from impoverishment to inequality) and rural areas (from the abandonment of traditional agriculture to the demographic crisis) transform the environment. Natural disasters and the dire consequences of climate change are, thankfully, no longer exclusively academic debates, and part of the concerns of citizens and political discourse. Our teachings and experiences, such as those discussed in this book, must be disseminated and accessible to society, and must be known to policymakers.

Geography is a committed science. Natural disasters have serious social impacts. It is the most vulnerable who suffer the most. Complaining and commitment to the most disadvantaged must govern our actions. Reducing social inequalities will contribute to disaster risk reduction.

In short, the Spanish Geography Association (AGE) can only congratulate the authors of this book, congratulate the Spanish-Brazilian-African scientific collaboration and thank the Association of Brazilian Geographers, Section Bauru (AGB/Bauru), for the initiative and the opportunity to participate in this work.

Dr. ***Jesús M. González-Perez***
Professor of Geography at the Universitat de les Illes Balears
President of the Spanish Association of Geography (AGE)

Introducción

La oportunidad de un libro como éste responde a los retos actuales de la Geografía y a su capacidad como disciplina científica y ciencia aplicada. Un libro necesario, que aborda temáticas de interés y debates académicos pero también ciudadanos, que apuesta por la multidisciplinariedad, con un notable nivel de internacionalización y que focaliza en la enseñanza y el aprendizaje en torno a la reducción de los riesgos de desastres, aportando incluso metodologías de investigación y técnicas de trabajo. Un total de 38 capítulos y un centenar de autores abordan cuestiones clave como cambio climático, desastres socioambientales y naturales o desertificación, entre muchos otros.

La Geografía se aleja progresivamente de su carácter descriptivo y se posiciona como ciencia aplicada a partir del conocimiento científico. Aunque en ocasiones la sociedad no lo perciba, la Geografía no sólo analiza el territorio, sino que diagnostica y cada vez más elabora propuestas al mismo nivel que otras disciplinas consideradas, tradicionalmente, más aplicadas. La importancia de la Geografía en la ordenación del territorio, entendida ésta como disciplina pero también como política pública, es extraordinaria en muchos países, también en España, donde se está convirtiendo en una de las salidas profesionales más importantes para los geógrafos y las geógrafas. A través de una lectura detenida del territorio, el conocimiento integrado de las relaciones naturaleza-sociedad y el uso de la cartografía refuerzan nuestro posicionamiento y nos aporta una ventaja comparativa respecto a otras disciplinas.

La Geografía responde a los retos de la globalización y el cambio climático. Los procesos socio-espaciales en el marco de la globalización que afectan tanto los ámbitos urbanos (desde el empobrecimiento a la desigualdad) como rurales (desde el abandono de la agricultura tradicional a la crisis demográfica) transforman el medio. Los desastres naturales y las terribles consecuencias del cambio climático ya no son, afortunadamente, debates exclusivamente académicos, y forman parte de las preocupaciones de la ciudadanía y del discurso político. Nuestras enseñanzas y experiencias, como las que en este libro se trabajan, deben ser difundidas y accesibles a la sociedad, y deben ser conocidas por los responsables políticos.

La Geografía es una ciencia comprometida. Los desastres naturales tienen graves impactos sociales. Son los más vulnerables los que más los sufren. La denuncia y el compromiso con los más desfavorecidos deben regir nuestras acciones. La reducción de desigualdades sociales contribuirá a la reducción del riesgo de desastres.

En definitiva, la Asociación Española de Geografía (AGE) no puede más que felicitar a los autores y las autoras de este libro, congratularse de la colaboración científica española-brasileña-africana y agradecer a la Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru), por la iniciativa y la oportunidad de participar en esta obra.

Dr. ***Jesús M. González-Pérez***
Catedrático de Geografía en la Universitat de les Illes Balears
Presidente de la Asociación Española de Geografía (AGE)

LOCAL POLICY DEVELOPMENT FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SENDAI FRAMEWORK FOR DISASTER RISK REDUCTION: REFLEXIONS FROM BRAZILIAN LOCAL GOVERNMENTS

DESENVOLVIMENTO DE POLÍTICAS LOCAIS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO MARCO DE SENDAI PARA REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES: REFLEXÕES DOS GOVERNOS LOCAIS BRASILEIROS

Clément Da Cruz[1]
Mayleen Cabral[2]
Natalia Villamizar Duarte[3]
Nahuel Arenas García[4]

Introduction

In March 2015, a global blueprint for disaster risk reduction was adopted at the "Third UN World Conference for Disaster Risk Reduction (WCDRR)": the *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.* It constituted one of the first international agreements of the post-2015 development agenda, with seven global targets and four priorities for action that interlock with a string of other global accords for sustainable development over the next decade – notably the New Urban Agenda, the 2030 Agenda on Sustainable Development, and the Paris Agreement on climate change. UNDRR stated in the Sendai Framework that its main goal was to:

> "Prevent new and reduce existing disaster risk through the implementation of integrated and inclusive economic, structural, legal, social, health, cultural, educational, environmental, technological, political and institutional measures that prevent and reduce hazard exposure and vulnerability to disaster, increase preparedness for response and recovery, and thus strengthen resilience." (UNISDR, 2015, p. 12)

As such, the Sendai Framework brought about a profound conceptual shift in the Disaster Risk Reduction (DRR) community, from viewing disasters purely as matters of preparedness and of relief operations, towards a pre-emptive and development-oriented approach. The shift brought by adoption of the Sendai

1 Technical Advisor, Making Cities Resilient 2030, UNDRR Regional Office for the Americas and the Caribbean. E-mail: cdacruz@eird.org.
2 Partnerships Officer, UNDRR Regional Office for the Americas and the Caribbean. E-mail: mayleen.cabral@un.org.
3 Lecturer, School of Architecture, Planning and Landscape, Newcastle University. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9754-6357. E-mail: n.villa.dua@gmail.com.
4 Deputy Chief, UNDRR Regional Office for the Americas and the Caribbean. E-mail: nahuel.arenasgarcia@un.org.

Framework constituted a "field configuring event" (LAMPEL; MEYER, 2008), as it brought about a series of reforms that restructured different aspects of DRR governance, including the understanding of the complex nature of risk, the promotion of evidence-based decision making and policy development, and the dialogue between multiple levels of government.

In the context of our current climate crisis, these three aspects are fundamental to shaping new paths of development that integrate science into DRR and climate action to promote data-based policy making and policy development at national as well as local levels. The disaster impacts announced by the latest IPCC report (2021) show that urban areas play a central role as both sources of the problem[5] and of potential solutions[6]. This report is also evidence of the increasing importance of data in informing decision-making and policy development that foster more sustainable futures.

As urban growth across the world continues and the climate crisis worsens, evidence-based DRR policy becomes crucial. While stakeholders have pledged a commitment to fight our climate crisis and build more sustainable and resilient futures, policy makers often lack the tools and knowledge to convert data into actionable insight for better decision-making. Conversely, producers of evidence, particularly in academia, often lack a thorough understanding of the perspective of users, which may limit the applicability of research outputs. In this scenario, local and national governments need to guide the use of data more purposefully, in order to better inform and shape policy decisions that promote disaster risk reduction and help to build more resilient urban environments and more sustainable models of development. This, in turn, will ensure more equal access to economic opportunities and quality of life in urban centres.

With data, governments will be able to guide processes of decision-making and policy development to positively impact DRR governance ecosystems and build more resilient cities. Furthermore, new, and existing data sources and methods can guide more sustainable DRR solutions that can make meaningful progress toward climate and equity goals. This chapter will discuss the potential of evidence-based DRR decision-making by bringing lessons from UNDRR strategies for the implementation of the Sendai Framework at the local level through the MCR Campaign and the MCR2030 initiative. By exploring the implementation of these two strategies in Brazil, the chapter seeks to aid understanding of the developments and limitations of adopting an evidence-based approach for DRR policymaking and climate action at local level.

This chapter is organized in three sections. The first one presents an overview of the implementation of the MCR Campaign and the MCR2030 initiative, focusing on the Americas and the Caribbean region. The second one looks at Brazil as a case study of efforts advancing local implementation of the

Sendai Framework. The final section drafts some recommendations for the development of local DRR governance that considers data for evidence-based decision-making and policy development. We hope the experiences included in this chapter bring insights about the key role of data as an enabler to make more informed and more impactful decisions about DRR and sustainable development.

From an international framework to national and local implementation: The Making Cities Resilient 2030 Initiative

Implementing a shift from managing disasters to reducing risks, the Sendai Framework places an important emphasis on urban areas. Specifically, it called for strong political leadership, commitment, and involvement of all stakeholders at local, national, and international levels to pursue disaster risk reduction (UNISDR, 2015).

Following this rationale, **Target (e)** of the Sendai Framework aims to "substantially increase the number of countries with national and local disaster risk reduction strategies by 2030" (UNISDR, 2015). To implement this target, UNDRR instituted two parallel yet complementary initiatives: regional Scientific and Technical Advisory Groups (STAGs), and the global Campaign "Making Cities Resilient: My City is Getting Ready'', later reframed into the global Initiative Making Cities Resilient 2030 (MCR2030).

To address aspects of local governance dealing with urban risk mitigation and preparedness, the United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) launched, in 2010, the Global Campaign "Making Cities Resilient: My City is Getting Ready! (MCR-C). This campaign aimed to promote the local-level implementation of the *Hyogo Framework for Action 2005–2015*[7] (HFA) priorities, to raise awareness about the necessity of addressing risk reduction at the local level, and to advocate for city leaders to commit to the HFA. In 2015, with the adoption of the Sendai Framework, MCR-C underwent an important reconfiguration.

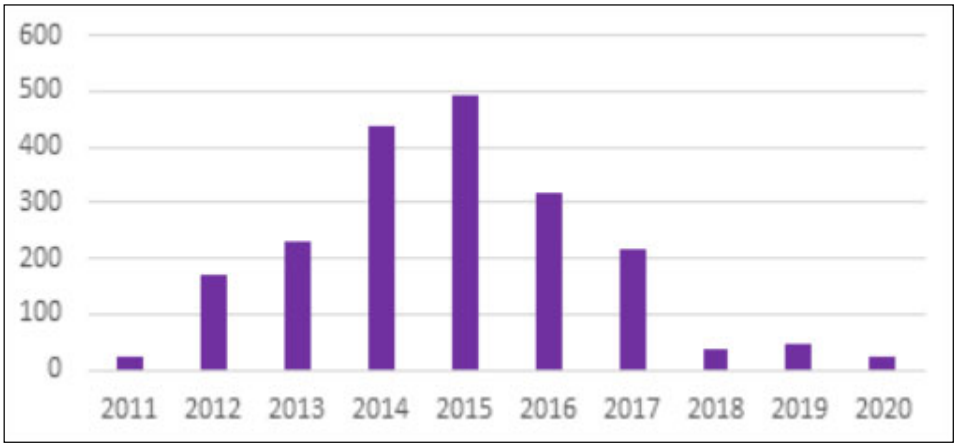
In 2020, after 10 years advancing the agenda for urban risk reduction and its integration into local governance frameworks, MCR-C was reframed into the MCR2030 initiative. In this new phase, MCR focuses on resilience and risk-reduction actions, planning and implementation. Another important shift was the configuration of an enhanced governance structure, now counting on the institutional and operational support of world-leading organisations in the field of urban resilience.

First phase of the MCR Campaign (2010-2015): role specialization within the transnational field of city-networks for urban sustainability

The MCR Campaign aimed to address local governance issues in urban risk reduction by supporting local governments in the local level implementation of the HFA. The initial phase (2010-2015), often referred to by UNDRR officials as the "first phase" or "pre-Sendai phase" was characterised by a strict focus on advocacy for local risk reduction.

The Global Launch of the MCR Campaign took place in Bonn (Germany) on 30 May 2010 as part of the Mayors Adaptation Forum at the Resilient Cities 2010 Congress. The Bonn Declaration, adopted during this Forum, committed to the implementation and monitoring of the Making Cities Resilient campaign, and invited the international climate community to recognize the increased leadership of local governments in climate change mitigation and adaptation. The same week, the regional launch of the MCR Campaign took place in Lima (Peru).

To find its place among an already large community of transnational city-networks engaged with urban sustainability issues, UNISDR first focused on enlarging its network of local partners. With the MCR Campaign serving as a recruiting platform, the rapidly growing membership of local governments from 2011 to 2015 in the Americas and the Caribbean (Figure 1) led to the creation of an international network of local stakeholders, structured around the UN agency.



Source: Da Cruz (2021) based on UNDRR's internal inscription database.

Figure 1. Annual registrations of member-cities to the MCR Campaign in the Americas and the Caribbean.

UNISDR then adopted a technocratic approach to coalition-building (DA CRUZ, 2021). At this time, the concept of 'resilience' was relatively new among local practitioners, as was its association with disaster events. MCR-C built a package of technical solutions and instruments – gathered into the "MCR Toolkit'' – to technically assist its new member-cities. This toolkit was a set of

policy guidelines and self-assessment tools[8] designed by UNDRR to facilitate the formulation of a Local Plan for Disaster Risk Reduction by MCR-C member-cities.

In theory, all member-cities had free access to the tools and committed themselves to applying them when joining the Campaign. In practice, the autonomous use of this toolkit was quite rare due to a relatively complex methodology. Municipalities would often request technical assistance services by UNDRR – which, in return, would send a Subject Matter Expert to conduct capacity-building workshops in disaster risk reduction and to coordinate multi-stakeholder meetings for the application of the tools and the formulation of the Local Plan.

In some cities, technical assistance was provided in collaboration with academic and scientific institutions, which helped to fill in the gap and to provide local expertise. Two examples are the State University of Campinas (UNICAMP) and Federal University of Juiz de Fora (UFJF). Both institutions have helped the local governments of Campinas in applying the Disaster Resilient Scorecard for Cities and even today keep their commitment to participating in capacity-building at local level.

Through its technical approach to dealing with disaster-resilience issues, the MCR Campaign was able to reach out to local governments of all political perspectives and all party-affiliations – in accordance with UNDRR's non-agonistic conception of local policymaking and apolitical stand in terms of partnerships[9]. This technical and specialised role of the MCR Campaign made the field of disaster resilience grow in scientization (BOTHELLO; MEHRPOUYA, 2019) with an increasing reliance on technical expertise.

Overall, the Campaign maintained a non-controversial presence within the ecosystem of transnational city-networks for urban sustainability (DA CRUZ, 2021). Until 2015, for instance, the Campaign would mainly focus on recruiting middle-size cities, often from less developed countries (Figure 2). This way, participants to the MCR Campaign were rarely a member of rival transnational city-networks, which would usually partner with large metropolises. The Campaign thereby sought to fill a gap in international support for disaster risk reduction at the local level and was aligned with the UNDRR's institutional legacy of working in humanitarian aid and disaster-relief.

Second, the MCR Campaign would avoid explicitly addressing the complexities and territorial specificities of the local agenda for disaster risk reduction. In contrast to other transnational city-networks, UNDRR launched the Campaign by defining "the city" merely as a lower administrative scale than national governments. This allowed the UN agency to replicate its operational framework - originally designed to work with national governments - intact to the local scale. As a result, the Campaign would address local governments without truly entering into the city policy arena and tackle complex urban issues. For

instance, sustainable territorial transformations and uneven urban growth patterns were treated as more of a collateral phenomenon to disaster risk reduction. This was particularly clear in UNDRR's interchangeable use of "urban resilience", "local resilience", "community resilience", "territorial resilience" or "city resilience" in its policy guidelines (DA CRUZ, 2021).

Overall, the first phase of the MCR Campaign showed an important expansion of the field of disaster resilience under the HFA, in terms of network, resources, and political opportunities. By the beginning of 2015, the MCR Campaign was already working with 2,498 local governments worldwide, making it one of the largest transnational city-networks.

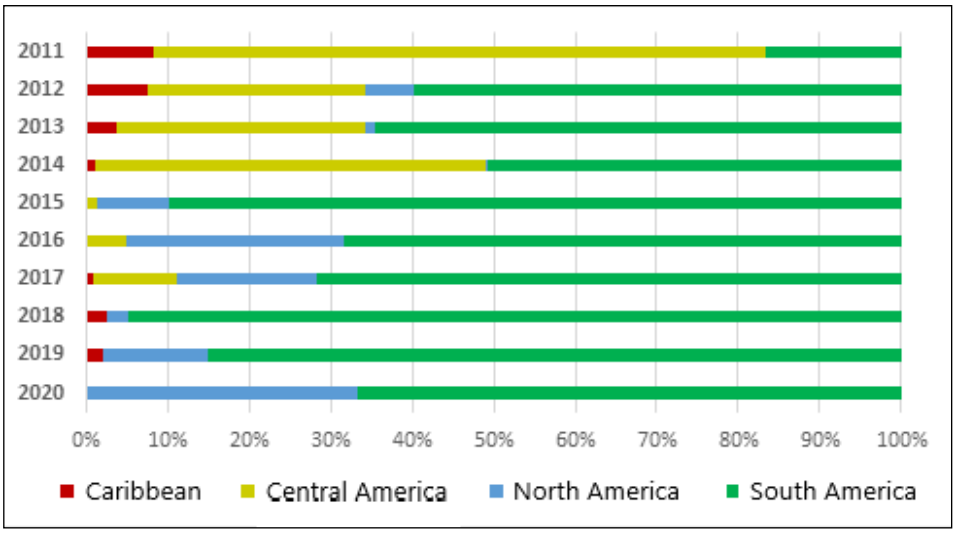
Second phase of the MCR Campaign (2015-2020): competitive pressures and marketization within the expanding field for disaster resilience at the city-level

The 2010s marked the emergence of new competitors within an increasingly popular and mediatized urban agenda for resilience - such as Rockefeller Foundation's 100 Resilient Cities, ICLEI's growing initiatives in climate risk adaptations, UN-Habitat's "Urban Resilience Lab", etc. Each newcomer would enter with a slightly different approach to resilience and a distinct set of services, in order to demarcate itself and compete for international funding. They would also demonstrate a more refined understanding of territorial dynamics at the city-level. This marketization of the field (BOTHELLO; MEHRPOUYA, 2019), however, led to a progressive fragmentation of international networks for urban resilience into rival agendas (DA CRUZ, 2021).

To consolidate its position in the face of such competitive pressures, the MCR Campaign underwent a series of reforms. The adoption of the Sendai Framework led to the restructuring of the MCR Campaign. Similar to many transnational city-networks (KERN; BULKELEY, 2009), the MCR Campaign decided to expand its priorities beyond accumulating city-members and raising the awareness of local leaders. It thereby started focusing on trading information, knowledge, funding, and mechanisms to support project planning, while actual implementation would be under the responsibility of local governments. In practice, this implied moving away from being a technocratic coalition-builder to becoming a "curator of best practices'' (BOTHELLO; MEHRPOUYA, 2019) in disaster resilience, starting a process of marketization[10] of the campaign.

An impact of such marketization can be found in UNDRR's shift in sub-regional priority as soon as 2015 (Figure 2). If the Campaign was first orientated towards the most vulnerable territories (as shown by the strong registration of Central American and Caribbean cities from 2012 to 2014), it became increasingly

targeted at more endowed cities – those ready for project implementation (reflected in a growing number of North American and Brazilian city partners since 2015). The MCR Campaign would then "curate" and give international visibility to the good practices of its champions – called "Role Models"[11].



Source: Da Cruz (2021) based on UNDRR's internal inscription database.

Figure 2. Annual registrations of member-cities to the MCR Campaign in the Americas and the Caribbean (by subregions).

This new role of curator was made possible by UNDRR's capacity to leverage a large and well-established membership base. For instance, the MCR Campaign augmented its focus on promoting implementation mechanisms to local governments. This "post-Sendai phase" called for city-to-city learning, better access to information that emphasised the need for integration of science and technology, as well as increased capacities for monitoring city progress. The counterpart of this new strategic orientation was a constant decrease in annual registration since 2015 (Figure 1).

In the post-Sendai era, the MCR Campaign started to integrate in its framework urban challenges mentioned in the New Urban Agenda (e.g., unplanned settlements, informality, lack of services and access to utilities). New policy guidelines were elaborated by UNDRR (i.e., the *Words into Action* series) to strengthen the integration of the disaster risk reduction and urban planning/development agendas (UNDRR, 2019b). The "Ten Essentials for Making Cities Resilient"[12] were an important step in this direction, offering an actionable checklist of indicators and promoting a transversal approach to risk reduction and management. This integration under the MCR Campaign took the form of increased dialogue between two professional sectors: Civil Defence and Urban Planning. Changes to UNDRR's methodology or policy guidance for local policymaking were thereby progressive and incremental.

A completely 'new phase': MCR2030 Initiative and the development of partnerships across networks as a strategy to lead the urban agenda for disaster resilience

As the MCR Campaign was programmed to end in December 2020, Campaign partners and cities asked for a follow-up programme that would move beyond awareness-raising and integrate mechanisms to effectively support disaster resilience planning and project implementation. Entering into the UN's "Decade of Action", cities were still in need of more guidance and capacity development, in technical areas ranging from awareness and strategic planning to effective implementation of risk-informed urban development plans.

However, with an almost saturated international field, the large variety of organizations, networks, methodologies, and services for urban resilience could end up confusing cities.

The launch of the Making Cities Resilient 2030 initiative (MCR2030) in January 2021 intended to respond to the increasing need within the international field of urban resilience for a systemic, joined-up approach. As such, MCR2030 constituted another "field configuring event" (LAMPEL; MEYER, 2008) for the disaster resilience agenda, mainly because UNDRR engaged with various transnational city-networks and international organisations[13] to co-design the new initiative and gather efforts and resources for disaster resilience.

Indeed, MCR2030 had the merit of opening unique coordination spaces within the international field of urban resilience, in the form of Global and Regional Coordination Committees. By orchestrating partnerships (BOTHELLO; MEHRPOUYA, 2019), UNDRR sought to decrease competition and differentiation in the international regulatory field for disaster resilience under the principles of the Sendai Framework (DA CRUZ, 2021). Nonetheless, UNDRR also took the opportunity to consolidate its position as one of the world's leading organisations for urban resilience by chairing these Committees.

Two other key innovations were the definition of a 'pathway' to resilience and the creation of an online Dashboard for cities to track their own progress, consult the profile of other members (experiences, lessons, etc.), and find specialist service providers and investors for actions and initiatives. As such, MCR2030 was built on lessons learned during the previous MCR Campaign implementation from 2010-2020. With the new initiative, UNDRR and its partners committed to bring heightened awareness to cities' most acute challenges in building disaster resilience.

On the one hand, MCR2030's pathway to resilience responded to UNDRR's growing understanding that the resilience journey of each city is unique. Some cities may just be starting out while others may already be advanced in implementing risk reduction activities. Considering resilience-building as a process, UNDRR and its

partners sought to develop a programme approach that was flexible enough to allow all cities to start their journey with MCR2030 and access the services that were most relevant at their particular stage of resilience-building. All in all, MCR2030 pinpointed cities' lack of access to financing streams, tools, and adequate service providers as the biggest hurdles at all stages of building resilience.

On the other hand, MCR2030's new Dashboard was expected to answer a frequent complaint by the former Campaign's staff, partners, and cities regarding the lack of systematic monitoring mechanisms at the city-level – in contrast to UNDRR's monitoring platform that exists for national governments. Before, UNDRR's regional offices, including in the Americas & the Caribbean, would rely primarily on local governments to share their progress with applying the toolkit[14], formulating a Local Plan or implementing actions, without any official means to register or compile this data afterwards.

In addition, MCR2030 recognised the imperative for local DRR and resilience strategies not to stand alone. Those policies must be developed in coordination with other global frameworks to address multiple, multi-scale and systemic risks that cities face, and reduce planning, resourcing, and reporting burdens on cities. DRR and resilience strategies need to work in conjunction with other policy frameworks, including climate adaptation and mitigation initiatives as determined by the Paris Agreement, to work in synergy with the New Urban Agenda and to contribute towards achieving the Agenda 2030 for Sustainable Development (SDGs).

Finally, MCR2030 brought additional emphasis on the crucial role of national governments in providing legislative empowerment to local governments, as well as budgetary and technical support. Bringing in national governments and national associations of local governments as partners and embedding support from national-level institutions dealing with urban planning and development is essential for the sustainable implementation of local resilience initiatives. It is now an essential part of the MCR2030's framework, which seeks to ensure coherence between national and local strategies

Case Study: the local-level implementation of the international framework for DRR in Brazil

To discuss the importance of policy development we will present the case of Brazil, a country that has led advocacy, debates, planning, and implementation of local resilience initiatives through its involvement with MCR-C and MCR2030.

Multi-level approach in practice: federal and subnational coordination

Brazil stands out as a motor of both the MCR Campaign and MCR2030 initiative. The country used to account for 1078 registered municipalities during the Campaign, a quarter (24.7%) of all participants worldwide. Under the MCR2030 initiative, it now accounts for 263 local governments, nearly 23% of MCR2030 participants worldwide, and 54% in the Americas and the Caribbean.

Brazil also spearheaded MCR2030's new strategic focus on strengthening national–local linkages. The objective is to ensure coherence between national, sub-national and local strategies for disaster risk reduction. MCR2030 seeks to bring together national, subnational, and local governments to strengthen multi-level governance arrangements for risk management. It emphasises the crucial role played by national and sub-national institutions in legislative empowerment and in technical and budgetary support to local governments.

Strategies for strengthening national–local linkages in Brazil have been slightly different from those of other countries in the Americas and the Caribbean, with MCR2030 adapting itself to the Brazilian federal regime. It hence emphasised the role of subnational governments (*Estados*) in articulating local action, while the federal government would play a secondary role of support and supervision to guarantee national coherence. All in all, MCR2030 has worked with 5 State governments and the Federal government, all via their Civil Protection and Defence departments. The states involved are Minas Gerais (which also includes the State Department of Health and Military Firemen); Rio de Janeiro; Rio Grande do Norte (which also includes the State Department of International Relations); Santa Catarina; and São Paulo (which also includes the State Department of Environment and Infrastructure).

At the federal level, the SEDEC (*Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil*) supports the diffusion of MCR2030 across the country. It promotes the initiative to State governments, builds bridges between subnational actors and UNDRR, as well as helping to monitor progress and train public agents in DRR and resilience. Two key achievements of this partnership have been: (i) the publication of a webpage on MCR2030[15] on SEDEC's institutional website; and (ii) letter addressed to all State level Coordinators of Protection and Civil Defence in Brazil, requiring them to promote the registration of municipalities to MCR2030 in their state. In results, SEDEC has contributed to boosting city sign-up across Brazil and MCR2030 now liaises with a wider array of regions than during the former Campaign (i.e., States of Tocantins, Paraiba, Roraima, Paraná, Rio Grande do Sul, Sergipe, Pará, Bahia).

At the subnational level, State governments have first promoted MCR2030 via advocacy events, using the convening power attributed to them under federal laws to require the presence of all municipal coordinators for civil defence. This

was notably the case in the States of São Paulo, Rio de Janeiro and Rio Grande do Norte, where large advocacy and capacity-building events were held from September 2021 to May 2022, gathering hundreds of municipal agents each time.

Second, State governments have published a webpage on MCR2030 on their institutional website (replicating what the federal government had done on the matter), as well as guiding local governments with the signing-in process. This was executed in the States of São Paulo and Rio de Janeiro.

Finally, State governments have provided coordination and logistical support for the use of MCR2030 tools in Brazilian cities, providing continuity from the capacity-building events. For instance, the Scorecard and its Public Health Addendum were applied in the States of Minas Gerais (2 cities in December 2021), São Paulo (1 city in April 2022), Rio de Janeiro (2 cities in May 2022) and Rio Grande do Norte (1 city in May 2022).

It is in the State of São Paulo that a multi-level approach to disaster risk reduction fully aligned with UNDRR and MCR2030's guidelines has taken form. The São Paulo State has always been a key stakeholder of municipal politics, including areas of civil defence and disaster management. As a result, policy transfers[16] between the 645 municipalities within the State of São Paulo in the sector of risk reduction and civil protection are numerous.

The State of São Paulo became an active participant of the MCR Campaign in 2014 and was recognised by UNDRR as a Role Model State the same year. With the adoption of the Sendai Framework in 2015, the State Department of Civil Defence has been proactively aligning their normative and operational frameworks for disaster risk reduction to the new Framework.

The last element of this multilevel governance scheme for disaster risk reduction was put in place in December 2019, when the State of São Paulo launched the "Resilient Municipalities" programme (in December 2019). The partnership between the State Department of Civil Protection and the State Department of Infrastructure and Environment, under supervision of the State Court of Audit, launched an online platform for monitoring, evaluating, and supporting disaster risk reduction actions across the 645 municipalities of the State. With this program, the State of São Paulo conditioned access to some State resources for civil defence activities on the participation of municipalities in the MCR Campaign (and now MCR2030 initiative). These innovative regulation and fiscal instruments have enabled a coercive transfer (DOLOWITZ; MARSH, 1996) of the State's disaster resilience policy across its municipalities.

Local resilience as a policy goal: the experience of CAMPINAS

Campinas is a Brazilian municipality in the interior of the state of São Paulo, in the Southeast Region of the country. Despite being the fourteenth most populous municipality in Brazil and third in São Paulo State[17], Campinas is also predominantly rural (70% of total area).

Since the 1930s, industry and commerce have been the main sources of income. However, from the 1990s onwards, the city has been witnessing a marked shift in its economic base: the industrial sector has lost importance (with the migration of factories to neighbouring cities or other regions of the country), and the service sector has gained prominence (commerce, research, high-tech services, and companies in the logistics area). In addition, Campinas was responsible for at least 15% of all national scientific production in 2011[18], being the third largest Brazilian research and development hub, thanks to the presence of UNICAMP and the Pontifical Catholic University of Campinas. As such, the city is now considered a highly competitive scientific and industrial hub at both regional and national level, with the eleventh largest GDP among the country's municipalities.

An intense conurbation process currently underway around Campinas led to the creation of the Metropolitan Region of Campinas (MRC) by state complementary law 870 on June 19th, 2000. It currently consists of twenty municipalities, being the tenth largest urban agglomeration in Brazil, with 2.7% of the national gross domestic product[19].

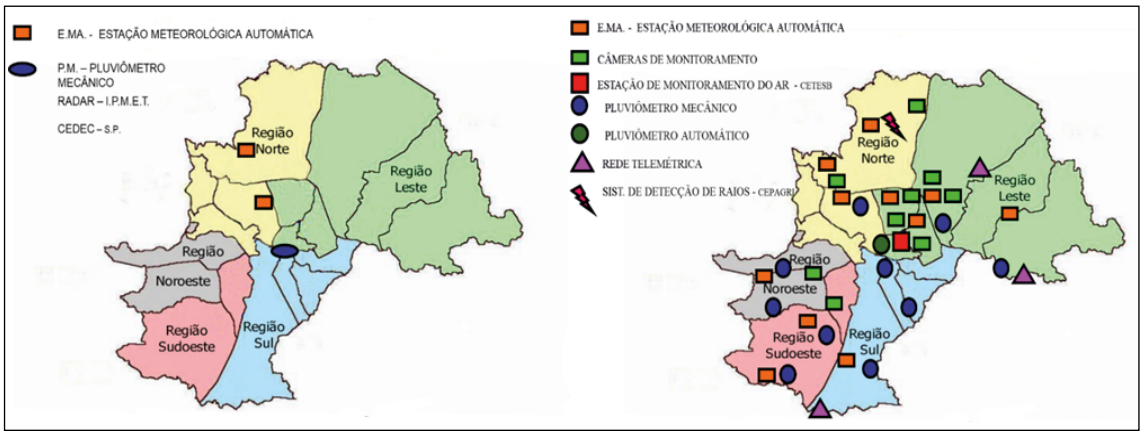
All in all, the Municipal Human Development Index (HDI-M) of Campinas is considered very high under the standards of the United Nations Development Programme – 28th across Brazil[20].

The disaster resilience agenda first emerged in Campinas when the city was hit in 2003 by a severe storm that led to the declaration of a state of emergency for public calamity. The Municipal Council of Campinas therefore decided, in 2005, to increase investments in disaster risk reduction. According to city officials, the disaster of 2003 had the benefit of revealing profound gaps in the municipality's risk-management system and triggered a true paradigmatic shift from emergency operations towards prioritising risk mitigation and disaster preparedness (DA CRUZ, 2021).

Since the 2003 storm: scientific actors support the technological modernization of the Municipal Department of Civil Defence and Protection in Campinas.

In 2003, disaster risk reduction actions were limited by a lack of capacity, resources, and the structure of Campinas' municipal civil defence. The municipality therefore engaged in the improvement of its risk-monitoring technology and communication strategy, adopting an engineering approach to resilience[21].

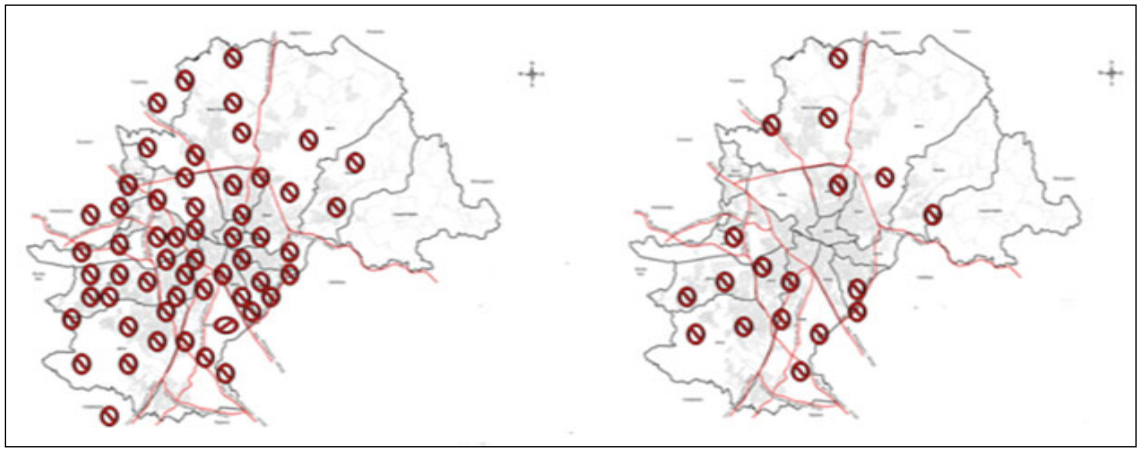
Since 2005, considerable municipal investments have gone into expanding Campinas' disaster warning system via the installation of climate monitoring technologies and sensors (Figure 3). The municipality also hired, in 2010, risk disaster and GIS experts (provided by the Geological services of the federal government) to elaborate disaster scenarios based on the data collected by its new disaster warning system. In 2014, Campinas was the first municipality in its metropolitan region to map at-risk areas ("Cartas de Suscetibilidade") and to integrate this information with its urban planning documents. Scholars from UNICAMP were also key partners for local risk-mapping processes (DA CRUZ, 2021).



Source: Prefeitura de Campinas, COMPDEC (2021) - (internal documents).

Figure 3. Improvement and expansion of Campinas' disaster warning system from 2005 (left) to 2020 (right).

In 2012, Campinas enrolled in the MCR Campaign. In 2013, it received the title of "Role Model City" from UNDRR. The key indicators of success included in their application report are still frequently used by Campinas' COMPDEC in many of their public presentations: from 2005 to 2013, the city decreased by 64% the quantity of vulnerable households in at-risk areas[22] (Figure 4). Nonetheless, such activities – designated as "risk-informed urban planning" – partly relied on the removal of human settlements out of most exposed areas, rather than a disaster-resilient requalification of those urban areas.



Source: Prefeitura de Campinas, COMPDEC (2021) - (internal documents).

Figure 4. Map of areas at risk of flooding and landslides in the municipality of Campinas, from 2005 (left side) to 2013 (right side).

Continuing efforts in the technological modernization of Campinas' COMPDEC were also maintained, notably with the creation, in 2016, of an online platform that provides live meteorological information and open-source data on climate hazards – called the "Resilient Campinas Platform" – created in collaboration with CEMADEN[23].

Since the global adoption of the Sendai Framework: institutional modernization of the disaster resilience agenda in Campinas under the MCR Campaign.

Campinas' alignment with UNDRR, via the MCR Campaign, brought about a redesign of organisational structure for its Civil Defence. Following the recommendations of the Hyogo Framework (and later the Sendai Framework), Campinas sought to modernise its approach to risk management by focusing on risk reduction rather than contingency and response.

This institutional modernization mainly took the form of the creation, by municipal decree, of the Resilient City Committee in 2013. The Committee promotes awareness campaigns and disaster preparedness workshops open to all civil servants that are held in cooperation with the Civil Protection and Defence Training Centre – which was created the same year and attached to the City Hall's School for Government and Civil Service Training (EGDS[24]). The modernization process received considerable support from UNICAMP, more precisely the "Land Planning, Resilience and Sustainability Study Group" (GEO3) linked to the Institute of Geosciences.

The overall result of this new strategy was the institutionalisation of the resilience agenda. Local actors highlight here the importance of municipal decrees and legislation to guarantee continuity and stability in civil defence actions:

> "The first issue we always worked on when some project came out was to try to formalize it into some legislation. So, you insert the item in some sort of norms or municipal document. […] Anything you discuss has to have a logic behind it. It has to be inserted into some legislation; it is the basis of anything. It has to have a legal basis to ensure sustainability from a financial point of view too." (DA CRUZ, 2021, p. 51)

As such, Campinas was the first city in Brazil to develop a Local Plan for Resilience in 2017 with the technical assistance of UNDRR. The UN office supported Campinas with the application of the Disaster Resilience Scorecard for Cities in 2016 and provided a baseline for identifying disaster resilience capacities and challenges to inform their future Plan.

The Plan identified four key partners (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2017, p. 29) - public agencies, private actors, academia and research institutes, and local communities and civil organisations. It also strictly followed UNDRR's methodology (on p.55, the Plan monitors the outcomes of previous resilience-building initiatives in Campinas according to MCR Campaign's "10 Essentials to make cities resilient" checklist).

The 2017 Resilience Plan enabled the launch of the "Resilient Community" project, which had been designed in 2016 by Civil Defence actors. Under this project, aimed at teaching risk awareness and resilience practices to "the most vulnerable" (i.e., senior citizens, women, people with disabilities and children), a more inclusive risk-governance scheme was strengthened in Campinas by multiplying opportunities for the formal participation of communities in decision-making processes (i.e., City Youth Council, Municipal Council for Women's Rights, Municipal Council for the Elderly, Municipal Council for the Rights of Disabled People). As a result, Campinas was awarded UNDRR's Sasakawa Prize in 2019[25].

With international recognition came an effort of municipal civil defence actors in Campinas to share their experience with neighbouring cities. Their first efforts date back to 2010, with the creation of a thematic chamber in the Development Council of AGEMCAMP – the metropolitan agency of the Campinas region set up in 2003[26]. The municipality of Campinas mainly sought to increase collaboration with neighbouring municipalities through the development of common contingency plans. Interviewees working at Campinas' COMPDEC referred to the metropolitan area as a "network of sentinels", with each city protecting and sharing warnings with the others under an integrated early warning system.

It is important to note that the scaling-up of the disaster resilience agenda was embedded in a context of limited metropolitan resources and capacities for local policymaking. According to the Director of Campinas' COMPDEC, the

"Resilient Community" project was vital in materializing a clear and concrete object of policy transfers across the metropolitan region on which to base inter-municipal dialogue at AGEMCAMP:

> "The [metropolitan] region helped by replicating "Resilient Community" in other neighbouring municipalities, delivering ambulance cars, IT equipment, a weather station too, and in return the municipalities had to consolidate their legislation on civil defence and disaster risk reduction and organise themselves better. The last purchase we made was for the installation of a weather radar that will serve the entire region, with the support of UNICAMP. It required a lot of money, about 3 million [Brazilian Reais], which had already been negotiated and approved by the mayors." (DA CRUZ, 2021, p. 56)

Since the COVID-19 crisis: "an opportunity" for civil defence actors to expand their influence on municipal affairs and lead pandemic management

The severity of the COVID-19 crisis in Brazil constituted yet another *focused event* in the urban agenda for disaster resilience. In Campinas, the COMPDEC emerged as the actor best suited to lead the city's answer to the challenges of systemic shutdown of daily activities and services, while dealing with federal regulations to local capacities and resources for public health and crisis management.

In this regard, the rhetoric employed by Civil Defence actors was key in defining the sanitary situation as a "disaster event". Sidnei Furtado, Campinas' Director of COMPDEC, in his public conferences[27], often links the pandemic with other epidemiologic events that were previously handled by the Civil Defence – such as a dengue episode in 2005 and a severe yellow fever crisis in 2014[28]. This rhetorical operation aims to logically position civil defence actors as the most experienced in the field – even more so than health departments – and most likely to provide policy learnings and good practices.

As such, the methodological framework of the MCR Campaign (e.g., its 10 Essentials) was once again utilised to inform the municipal management of the pandemic. Thereby, the municipality of Campinas established a multi-sectoral COVID-19 Committee, reminiscent of the Resilient City Committee, to pilot emergency operations. The Committee was placed under the leadership of the COMPDEC.

More precisely, Sidnei Furtado explained in his interview that he sits at twenty sub-commissions of the Committee. As a result, civil defence actors deal with varied public health issues - such as mortuary management, vaccination campaigns, communication of COVID-related data – as well as urban topics for which they do not have full authority nor capacity:

> "Yesterday, for instance, it was about public transport: how to deal with opposing demands that want to maintain transport services but without crowding people inside the buses and getting sick? We have a methodology that we call the "Top 10". What are the 10 busiest lines? Which are the 10 most infected neighbourhoods? This guides local action. What is local action in this case? Expensive disinfection of bus stops, mask delivery, and rule enforcement. […] It can easily be chaos... and it's all interconnected! That's why the UN talks about systemic risk, right?" (DA CRUZ, 2021, p. 58)

In September 2021, the COVID-19 Committee was mobilised to implement the Public Health Addendum to the Disaster Resilience Scorecard for Cities, UNDRR's latest tool, designed with the World Health Organization. MCR2030 technically assisted in the application of the tool. With the Addendum, Campinas sought to advance the integration of the risk reduction agenda in all relevant local policy sectors.

After the municipal elections of November 2020 and a shift at the highest executive level in January 2021, civil defence actors in Campinas saw an opportunity to amplify technological modernization and risk-communication measures, especially in rural areas.

Namely, Campinas' COMPDEC extended its activities in Northern rural territories to include the environmental preservation area "Sousas e Joaquim Egídio"[29], located at the North-eastern bounds of the city (Figure 5). Within the ecological park (APA), the "Resilient Community" project established a "Centre for Emergencies and the Systemic Management of Nature" to educate residents from surrounding rural areas on the local fauna and flora and the risks associated with them.

Source: Prefeitura de Campinas, COMPDEC (2021) - (internal documents).

Figure 5. Ecological Park (APA) "Sousas e Joaquim Egídio".

The project is completed by an educational and social network app[30], designed in collaboration with FIOCRUZ[31] and the zoologists of the Zoonosis Monitoring Unit of Campinas (UVZ[32]), for residents to have access to information on biological species, receive alerts in case of wildfire or spread of animal diseases, and share pictures of any anomalies or incidents in the ecological park (e.g., a wounded animal, plastic waste).

Since then, scholars in Campinas have been increasingly mobilised by Civil Defence for data-driven projects and technological solutions, with less of a focus on community participation. Participative operations are now limited to the mobilisation and training of volunteer residents and fireman to limit the spread of wildfires and zoonotic diseases (Operations "Verão" since 2018 under the direction of São Paulo's State Department of Civil Defence and Protection, and Operations "Estiagem" to start in summer 2021 under the Municipality of Campinas).

Recommended developments for DRR Local Governance

The MCR Campaign underwent several phases in its activities and guidance of local policymakers, adopting different directives according to the successive international mandates for disaster risk reduction. The Campaign progressively adapted its services and its relations with participating local governments as its positioning within the international field for urban resilience improved. The growing number of member-cities actively implementing risk reduction initiatives through the MCR Campaign allowed the maturation of an urban agenda for disaster resilience.

A conclusion that can be drawn from the MCR Campaign and Initiative is that urgency to act on building resilience is unavoidable but that local governments need to integrate data to inform decision making and policy development to ensure effective decisions and actions.

Nonetheless, MCR2030's field orchestration strategy is still under development, as UNDRR tries to design innovative solutions to address the challenges it faced under the previous Campaign. Members of MCR2030's coordination committees (both global and regional) are still negotiating joint-programming and funding so as to build synergies and not duplicate city-commitments to transnational city-networks for urban resilience. The main challenge is to guarantee that MCR 2030 provides significant added value, in a field already saturated by urban resilience organisations.

A preliminary step to building synergies with external partners seems to lie in enhancing coherence and consistency within UNDRR's own strategic framework for local action.

The launch of MCR2030 enabled new conversations to start that have clarified UNDRR's programming, rhetoric, and positioning within the urban agenda for

disaster resilience. A strong emphasis is being given to strengthening the integration of disaster risk reduction with other agendas that are key to local policymakers. For example, in parallel to the launch of MCR2030, UNDRR released a new report in the *Words into Action* series which specifically tackles the integration of disaster resilience into land-use planning and urban development norms (UNDRR, 2019c). Finally, MCR2030's strategic framework was developed in explicit alignment with the Agenda 2030, the New Urban Agenda and the Paris Agreement.

UNDRR is also seeking to improve MCR2030's coordination with science and evidence-based policymaking at the local level. This topic was a blind spot of the former MCR Campaign, and MCR2030 is now seeking to intensify partnerships with universities and research institutes in areas of urban risk management. Universities and research institutes can join the initiative as "supporting entities" and display services available to municipalities on MCR2030's Dashboard. In Brazil, institutions like CEMADEN, the Federal University of Juiz de Fora, and the Federal University of Rio Grande do Norte have registered to the platform and are now offering online courses on risk management as well as contributing to capacity building events organised by UNDRR. However, further integration of science-and-evidence-based policymaking into MCR2030's strategic framework is still required.

The science and technology community plays a vital role in establishing a framework for evidence-based decision-making that embraces locality. The Sendai Framework, since its adoption in 2015, stresses the importance of both bottom-up and top-down approaches that include local and technical knowledge (AITSI-SELMI et al., 2016). The top-down approach highlights the role that public and private sectors, academia, technical experts, and other institutions can play to influence and shape policies "in order to facilitate a science policy interface for effective decision-making in disaster risk management" (UNISDR, 2015, p. 15). On the other hand, the bottom-up approach is focussed on communities that reflect "traditional, indigenous and local knowledge and practices" (UNISDR, 2015, p. 15) and that are able to complement scientific knowledge in disaster risk reduction (Table 1). Nonetheless, as stressed in the Sendai Framework, the science, technology, and academic community as a whole have an important role at all levels and in all sectors to strengthen disaster risk reduction. The MCR2030 is seeking to bring a more explicit focus on the role of data and technology in decision-making and policy development at the local level. This requires both promoting collaboration with academic and technological institutions that have a rooted understanding and solid research about local conditions and integrating local and traditional knowledge into DRR knowledge production and planning. This is highlighted in the Sendai Framework at the local level (Table 1).

Table 1. Sendai Framework and integration of science and technical experts at national and local levels.

Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030		
Priority 1	(h) To promote and improve dialogue and cooperation among scientific and technological communities, other relevant stakeholders, and policymakers in order to facilitate a science policy interface for effective decision-making in disaster risk management;	Top-Down Approach
	(i) To ensure the use of traditional, indigenous, and local knowledge and practices, as appropriate, to complement scientific knowledge in disaster risk assessment and the development and implementation of policies, strategies, plans and programmes of specific sectors, with a cross-sectoral approach, which should be tailored to localities and to the context;	Bottom-Up Approach
	(j) To strengthen technical and scientific capacity to capitalise on and consolidate existing knowledge and to develop and apply methodologies and models to assess disaster risks, vulnerabilities, and exposure to all hazards;	Internal Approach
Role of Stakeholders	Academia, scientific and research entities, and networks to focus on the disaster risk factors and scenarios, including emerging disaster risks, in the medium and long term; increase research for regional, national, and local application; support action by local communities and authorities; and support the interface between policy and science for decision-making;	All-Society Approach

Source: Sendai Framework.

In the case of Brazil, efforts to implement the Sendai framework at the local scale and to integrate science and technology into decision-making and policy development have allowed a modernization of local risk management from reactive approaches to prevention and resilience-building approaches. In Brazil, this modernization has been evident in cities, such as Campinas, that have successfully worked across different sectors of the government and are increasingly engaging with local and external stakeholders including academic and technology institutions.

Such diversification of stakeholders and the enhanced use of science and technology for resilience evaluation and planning are evidence of an important shift in DRR governance that is seeking to ground the international agendas in local realities.

Notes

5 “Net anthropogenic GHG emissions have increased since 2010 across all major sectors globally. An increasing share of emissions can be attributed to urban areas.” (IPCC, 2021: B.2).

6 Urban areas can create opportunities to increase resource efficiency and significantly reduce GHG emissions through the systemic transition of infrastructure and urban form through low-emission development pathways towards net-zero emissions.” (IPCC, 2021: C.6).

7 The *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of*

Nations and Communities to Disasters (HFA), passed in 2005 by United Nations Member States. It indicated the need for national governments to *"recognize the importance and specificity of local risk patterns and trends, [and] decentralise responsibilities and resources for disaster risk reduction to relevant subnational or local authorities, as appropriate."* (UNISDR, 2005, p. 6).

8 i.e., Quick Risk Estimation tool; LG-SAT - then reformed into the Disaster Resilience Scorecard for Cities (preliminary and detailed).

9 For instance, despite profound political changes across the Americas over the last decade, the MCR Campaign has remained constantly neutral in its partnerships with municipalities as to maintain the DRR agenda into the local policy arena.

10 Bothello & Mehrpouva (2019) understand marketization as the increased reliance on market-based principles to organise a given regulatory field. Such a process usually leads to enhanced competition between organisations that seek to differentiate themselves instead of cooperating. This can include mechanisms such as the production of technical and performance standards, the curating of best practices, or the use of marketing and communication campaigns.

11 "Role Models are authorities or local governments that have implemented innovative, creative, inclusive and efficient measures to realise strong political will in the field of Disaster Risk Reduction (DRR) at local level" (UNDRR, 2019a). Cf. https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/signup/article/role-model.html.

12 Cf. List of the 10 Essentials (UNISDR, 2017) .

13 Including: Cities Climate Leadership Group (C40 Cities), Global Resilient Cities Network (R-Cities), Local Governments for Sustainability (ICLEI), the International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC), the Japan International Cooperation Agency (JICA), United Cities and Local Governments (UCLG), the United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), the United Nations Office for Project Services (UNOPS), the World Bank Group, and the World Council on City Data (WCCD).

14 For instance, the Disaster Resilience Scorecard served as the main source of quantitative information on the resilience performance of city-partners. Yet, the design of the Campaign never referred to it as a post-implementation evaluation tool (which the Scorecard had the capacity to be). In consequence, the cities that applied the Scorecard (which are not even half of the registered cities at the global level), most frequently only did it once. It rendered impact evaluation impossible to UNDRR's staffs.

15 Cf. https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/cidades-resilientes.

16 Policy transfer is an umbrella-term in Policy Theory to describe the transmission from one political government to another (whether a country or a city) of knowledge about solutions, learnings, or institutional arrangements put in place to solve a given policy issue (Dolowitz & Marsh, 1996; Hoyt, 2006). The concept is often

used when analysing policy changes and the convergence of public actions in different places (Bennett, 1991).

17 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (27 de agosto de 2020). «Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2020».

18 Inovação Tecnológica (21 de março de 2011). «Campinas terá seu terceiro parque tecnológico». Consulted on June 27, 2022.

19 «Produto Interno Bruto dos Municípios - 2016». Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cf.

20 «Produto Interno Bruto dos Municípios». Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cf.

21 An engineering approach to resilience is adopted by decisionmakers who tend to focus on a given system's capacity to resist hazards and re-establish its normal functioning as quickly as possible after a shock. For cities, this implies a static vision of urban systems and their way of operating. Usually, such a vision of risk management leads to an almost exclusive focus on short-term reactive measures, even more so if the disaster event provokes public emotion, rather than to prevent its impacts through appropriate prevention actions for risk mitigation and adaptation. In addition, local decisionmakers will tend to focus on technological and engineering solutions, in order to better protect or rebuild the city's critical infrastructure (Quenault, 2013).

22 CEMADEN, "Série de Debates – 'Ciência, Riscos e Desastres'" [online]. Youtube", 16th of April 2021 (consulted the 16th of April 2021 – livre retransmission), 1:06:56. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=sk1yg0y2XOs.

23 National Centre for Natural Disasters Monitoring and Warning.

24 In Portuguese: Escola de Governo e Desenvolvimento do Servidor (EGDS).

25 The 2019 edition of the Prize recognized individuals, organizations and initiatives that contributed to ensuring the participation and inclusion without discrimination of all members of society, especially people living in poverty, in activities for disaster risk reduction.

26 Under the Law n°946/2003 on the creation of AGEMCAMP (Agencia Metropolitana de Campinas). Among AGEMCAMP's main attributions are the supervision of the execution of the metropolitan laws; establishing goals, plans, programmes, and projects of common interest, as well as supervising and evaluating their execution; and maintaining technical and administrative structures of adequate dimensions, giving priority to the decentralized execution of works and services (AGEMCAMP's website, consulted the 25/04/2021).

27 Cf. CEMADEN, "Série de Debates – 'Ciência, Riscos e Desastres'" [online]. Youtube", 16th of April 2021 (consulted the 16th of April 2021 – livre retransmission), 1:06:56. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=sk1yg0y2XOs.

28 Campinas was the most affected city at national level by the yellow fever in terms of cases (Johansen et al., 2016).

29 With an area of approximately 222 square kilometres (corresponding to 27% of the municipal territory), the ecological park is the area with the highest concentration of water and natural forests in Campinas, with 60% of the remaining original Atlantic Forest. The region counts 250 species of birds, 68 mammals, 45 amphibians and 40 reptiles (internal documents, Municipality of Campinas, 2021).

30 The app is called SISS-GEO, which stands for "Information System Platform for Wildlife Health".

31 The Oswaldo Cruz Foundation, based in Rio de Janeiro, is one of the world's main scientific institutions for research and development in biological sciences and public health.

32 Unidade de Vigilância de Zoonoses.

References

AITSI-SELMI, A., BLANCHARD, K., & MURRAY, V. (2016). Ensuring science is useful, usable and used in global disaster risk reduction and sustainable development: A view through the Sendai framework lens. **Palgrave Communications**, 2(1), 16016. https://doi.org/10.1057/palcomms.2016.16.

BENNETT, C. J. (1991). What Is Policy Convergence and What Causes It? **British Journal of Political Science**, 21(2), 215–233. https://doi.org/10.1017/S0007123400006116.

BOTHELLO, J., & MEHRPOUYA, A. (2019). Between regulatory field structuring and organizational roles: Intermediation in the field of sustainable urban development. **Regulation & Governance**, 13(2), 177–196. https://doi.org/10.1111/rego.12215.

DA CRUZ, C. (2021). **Urban governance of the international agenda for disaster resilience across the Americas:** Competing policy networks and territorial approaches under UNDRR's "Making Cities Resilient" Campaign in San Francisco (CA, U.S.A.) and Campinas (SP, Brazil) [Master's thesis: Governing the Large Metropolis]. Urban School of Sciences Po.

DOLOWITZ, D.; MARSH, D. (1996). Who Learns What from Whom: A Review of the Policy Transfer Literature. **Political Studies**, 44(2), 343–357. https://doi.org/10.1111/j.1467-9248.1996.tb00334.x.

HOYT, L. (2006). Importing Ideas: The Transnational Transfer of Urban Revitalization Policy. **International Journal of Public Administration**, 29(1–3), 221–243. https://doi.org/10.1080/01900690500409096.

IPCC. (2021). Summary for Policymakers. In R. P. ALLAN, C. CASSOU, D. CHEN, A. CHERCHI, L. CONNORS, F. J. DOBLAS-REYES, H. DOUVILLE, F. DRIOUECH, T. L. EDWARDS, E. FISCHER, G. M. FLATO, P. FORSTER, K.

M. ACHUTARAO, B. ADHIKARY, E. ALDRIAN, & K. ARMOUR (Eds.), **Climate Change 2021:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 3–32). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896.001.

JOHANSEN, I. C., CARMO, R. L. do; ALVES, L. C. (2016). Desigualdade social intraurbana: Implicações sobre a epidemia de dengue em Campinas, SP, em 2014. **Cadernos Metrópole**, 18(36), 421–440.

KERN, K., & BULKELEY, H. (2009). Cities, Europeanization and Multi-level Governance: Governing Climate Change through Transnational Municipal Networks. **JCMS Journal of Common Market Studies**, 47(2), 309–332. https://doi.org/10.1111/j.1468-5965.2009.00806.x.

LAMPEL, J., & MEYER, A. D. (2008). Field-Configuring Events as Structuring Mechanisms: How Conferences, Ceremonies, and Trade Shows Constitute New Technologies, Industries, and Markets. **Journal of Management Studies** 45, 45(6), 1025–1035.

PREFEITURA DE CAMPINAS. (2017). Campinas Resilient Plan 2017-2020. Available in: <https://resiliente.campinas.sp.gov.br/sites/resiliente.campinas.sp.gov.br/files/resilience_plan_-_campinas_-_2017-2020_ingles.pdf>.

QUENAULT, B. (2013). Du double affrontement ontologique/axiologique autour de la résilience aux risques de catastrophe: Les spécificités de l'approche française. **VertigO**: la revue électronique en sciences de l'environnement, 13(3). https://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2012-v11-n3-vertigo01538/1026857ar/

UNDRR. (2019a). **Role Model**. Making Cities Resilient: My City Is Getting Ready. Available in: <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/signup/article/role-model.html>.

UNDRR. (2019b). **Words into Action guidelines**: Implementation guide for local disaster risk reduction and resilience strategies. Available in: <https://www.undrr.org/publication/words-action-guidelines-implementation-guide-local-disaster-risk-reduction-and>.

UNDRR. (2019c). **Words into Action Guidelines**—Implementation guide for land use and urban planning—World | ReliefWeb. Available in: <https://reliefweb.int/report/world/words-action-guidelines-implementation-guide-land-use-and-urban-planning>.

UNISDR. (2005). **Hyogo Framework for Action 2005-2015**: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. Available in: <https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf>.

UNISDR. (2015). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015—2030**. Available in: <https://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>.

UNISDR. (2017). **How To Make Cities More Resilient:** A Handbook For Local Government Leaders. UNISDR. Available in: <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/toolkit/article/a-handbook-for-local-government-leaders-2017-edition.html>.

ENSINO DE GEOGRAFIA E A REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES EM ESPAÇOS URBANOS E RURAIS

TEACHING GEOGRAPHY AND REDUCING THE RISK OF DISASTERS IN URBAN AND RURAL SPACES

Lourenço Magnoni Júnior[1]
Maria da Graça Mello Magnoni[2]

No mundo de hoje, os eventos climáticos extremos associados ao avanço do aquecimento global e das consequentes mudanças climáticas ocorrem com frequência e intensidade destrutivas cada vez maiores. No primeiro semestre do corrente ano, foram registrados secas e calor extremos nos EUA, Europa e Ásia.

Na Europa, por exemplo, a seca e o calor extremo estão provocando a escassez de água, redução na safra de grãos e ocorrência de grandes incêndios florestais na Espanha, França, Grécia, Itália, Portugal e Turquia. A Espanha e a Índia perderam quase metade da sua safra de trigo em virtude do estresse hídrico provocado pela falta de chuva e o calor escaldante. Por outro lado, fortes chuvas e inundações, atingiram a China, Bangladesh e Paquistão. Segundo estudo produzido pela seguradora alemã Munich Re, no primeiro semestre de 2022, os EUA tiveram as maiores perdas globais relacionadas aos eventos climáticos extremos. A perda global está estipulada em US$ 65 bilhões de dólares.

Ao tomarmos o conceito de “desastres naturais” como referência inicial para a reflexão, nas aulas Geografia nas séries finais do Ensino Fundamental ou no Ensino Médio, sobre as possibilidades e necessidades em relação à redução do risco de desastres, tanto no campo quanto na cidade, tomamos como ponto de partida o processo histórico do mundo urbano-industrial que tem tornado o homem contemporâneo cada vez mais urbanizado e cosmopolita e a produção agropecuária cada dia mais mecanizada, automatizada e controlada por grandes grupos empresariais nacionais e estrangeiros.

1 Graduado em Geografia. Docente do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP Campus de Bauru - SP, da Faculdade de Tecnologia de Lins (Fatec) e das Escolas Técnicas Estaduais Astor de Mattos Carvalho de Cabrália Paulista - SP e Rodrigues de Abres de Bauru - SP (Unidades de ensino do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza). Membro do Grupo Assessor de Ciência e Tecnologia do Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR) das Américas e do Caribe e da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP. Editor da Revista Ciência Geográfica (www.agbbauru.org.br). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8275-5922. E-mail: lourenco.junior@pq.cnpq.br.
2 Professora Assistente Doutora do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências (FC) da UNESP/Campus Bauru e Professora do Programa de Pós-Graduação Mídia e Tecnologia da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC). Coordenadora Geral do Curso de Pedagogia do IEP3/UNESP, Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru–SP e do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8510-7653. E-mail: mgm.magnoni@unesp.br.

A breve contextualização é necessária para entendermos o processo de degradação ambiental em curso no Brasil atual e a sua conexão com o avanço do aquecimento global e das mudanças climáticas responsáveis pelo aumento da frequência dos eventos climáticos extremos no nosso país e no exterior.

Do início da ocupação portuguesa em 1500 até os anos 30 do século XX, a economia brasileira avançou por meio de ciclos extrativistas e produtivos primários. O processo teve início na fase pré-colonial do Brasil (1500/1530) com o curto ciclo extrativista do Pau-Brasil, seguido pelos ciclos da cana-de-açúcar, mineração e café. Com o declínio do ciclo econômico do café, o Brasil, com o objetivo de reorganizar a sua frágil economia, iniciou o processo tardio de industrialização, 150 anos depois deste processo ter se iniciado na Inglaterra na segunda metade do século XVIII.

O processo de industrialização brasileiro, iniciado na segunda metade do século XIX, puxado pela abolição da escravidão, introdução do trabalho assalariado essencial para o avanço da produção industrial e a chegada de um contingente considerável de imigrantes, entre eles os europeus que certo modo já conheciam os produtos industrializados e a dinâmica do trabalho na produção manufatureira industrial mecânica.

A introdução do trabalho assalariado contribuiu para a expansão lenta e gradual do mercado consumidor de produtos industrializados no Brasil. Embora a produção industrial por substituição de produtos importados tenha tido um considerável avanço no início dos anos de 1900 (principalmente durante o período da Primeira Guerra Mundial), a crise de 1929 foi determinante para alavancar o processo urbano-fabril brasileiro. A profunda depressão econômica nos EUA, derivada da superprodução, ausência de regulação econômica por parte do Estado, excesso de crédito disponível e a prática especulativa extremada de diferentes matizes, reduziu drasticamente a demanda pelo café brasileiro, praticamente ruindo a economia agroexportadora dependente da monocultura cafeeira, cuja produção estava concentrada principalmente no estado de São Paulo.

Com a ascensão de Getúlio Vargas ao poder central do país em 1930, o Estado amplia consideravelmente a sua participação para fomentar o avanço da industrialização necessária para modernizar e expandir a economia, estimular o desenvolvimento capitalista e transformar gradativamente a sociedade brasileira de rural/agrícola para urbano/industrial. Durante a Era Vargas, foram criadas empresas estatais como a Companhia Vale do Rio Doce, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco, a Fábrica Nacional de Motores, a Companhia Siderúrgica Nacional, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Eletrobrás e a Petrobras visando impulsionar o crescimento industrial e econômico de cunho nacionalista.

Em 1955, Juscelino Kubitschek (JK) foi eleito presidente da República. No início do seu governo em 1956, lançou o Plano de Metas cujo slogan “50 anos em 5”, representou a abertura da economia para a instalação de filiais de empresas multinacionais vindas principalmente dos EUA e da Europa, atrelando de forma submissa a economia e o capitalismo brasileiro ao internacional.

Segundo Oliveira e Poloni (1993), partir da década de 1950, configuraram-se novas características do processo industrial, com a nova ordem econômica e política do mundo, consolidando o capitalismo financeiro internacional e o modelo de desenvolvimento brasileiro. Desse modo, esse desenvolvimento está inserido no comando das empresas multinacionais, principalmente dos interesses voltados aos minerais radioativos, petrolíferos e dos minérios de ferro, manganês, cobre etc.

O capital nacional se associa ao internacional de formas variadas, desde aluguéis de marcas internacionais de seus produtos, como, por exemplo, cigarros, bebidas, vestuário, assim como uma grande quantidade de ações meramente simbólicas, atendendo às exigências da lei.

Na opinião de Oliveira e Poloni (1993)**,** nesse período, vários conflitos de interesses emergiram, oferecendo vantagens às multinacionais, sendo que o país não dispunha de infraestrutura adequada ao crescimento, como a geração de energia elétrica que não se ampliara e nem se modernizara, carência nos transportes rodoferroviários e nas comunicações.

A região Centro-Sul do Brasil (em especial o estado de São Paulo) assumiu o protagonismo industrial brasileiro por causa da infraestrutura e do lastro econômico herdado do ciclo econômico do café, intensificando o desenvolvimento desigual e aprofundando ainda mais as diferenças regionais no âmbito do nosso país. Além de concentrar a produção industrial, o Centro-Sul avança o seu domínio econômico sobre as regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

É neste exato momento que o processo de urbanização se acelera no Brasil por meio do deslocamento de um contingente significativo de pessoas do espaço rural para o urbano e a produção agropecuária passa ser integrada à lógica produtiva propagada pelo capitalismo internacional por meio da Revolução Verde.

Segundo Pessôa (2020), com a aproximação do fim da Segunda Guerra Mundial, a Europa se encontrava enfraquecida e necessitava de ajuda externa para reconstruir a sua economia e, para tanto, necessitava de um plano moderno, ousado e inovador, que aumentasse a produção de alimentos para atender a demanda mundial, incluindo na nova dinâmica de produção, as áreas com capacidade de expansão agrícola localizadas na América Latina, África e Ásia. As primeiras experiências foram realizadas no México, Filipinas e EUA. É importante ressaltar que a Revolução Verde foi idealizada e patrocinada pelo

grupo da família Rockfeller que atuava no setor industrial e financeiro, gozava de muito prestígio, respeito e influência política nos EUA.

O objetivo da Revolução Verde está caracterizado em Brum (1987), que menciona o seu objetivo central:

> contribuir para o aumento da produção e produtividade agrícola no mundo, através do desenvolvimento de experiências no campo da genética vegetal e criação e multiplicação de sementes adequadas às condições dos diferentes solos e climas mais resistentes às doenças e pragas, bem como a descoberta e aplicação de técnicas mais modernas e eficientes. (BRUM, 1987, p. 44)

Na visão de Pessôa (2020), com intuito de viabilizar o aumento da produção e da produtividade agrícola, o projeto da Revolução Verde foi desenvolvido em duas fases: a pioneira realizada entre 1943/1965 e a de grande expansão iniciada em meados da década de 1960. Segundo ela, a Fundação Rockfeller patrocinou projetos-pilotos nos países selecionados, desenvolvendo pesquisas e experiências com a presença massiva das corporações transnacionais.

Como observa Brum (1987), a partir dos EUA, a Revolução Verde iniciou a modernização da agropecuária global atrelada aos interesses das corporações transnacionais e do capitalismo multinacional internacional. A Revolução Verde alavancou a modernização da agricultura por meio da aplicação de técnicas inovadoras de manejo de cultivo para aquela época. Entre elas estavam o avanço da mecanização dos processos produtivos agrícolas, o uso intenso da fertilização química, das variedades de sementes melhoradas e de alto rendimento e o agrotóxico para combater as pragas nas lavouras, avançando da produção agroindustrial, agroquímica e monocultora predominante no agronegócio brasileiro na atualidade.

Na área da produção da pecuária não foi diferente. A sua modernização se deu por meio da aplicação de técnicas de melhoramento genético dos animais e aves, uso de medicação química para combater doenças, da mineralização produzida em escala industrial e de outros elementos sintéticos para acelerar o desenvolvimento e aumentar a produtividade no setor. Hoje, predomina a existência de variedades de animais e aves precoces que geralmente são criadas em confinamentos para aumentar a produtividade e atender a demanda de consumo de proteína animal do mundo urbano/fabril.

Seja no Brasil, no restante da América Latina, África ou Ásia, a implementação da Revolução Verde não promoveu a redução da fome conforme o anunciado na década de 50 do século XX. No caso do Brasil, sua implementação foi de grande valia para a modernização do setor agropecuário, pavimentando o caminho

para a expansão do grande agronegócio produtor e exportador de commodities, pouco beneficiando a pequena agricultura familiar responsável pela produção de mais de 50% da alimentação básica consumida pela população brasileira.

Do início dos anos 1950 até o presente momento, grande parte das micro, pequenas e médias propriedades rurais foram e continuam sendo absorvidas pelo grande latifúndio que hoje comanda a produção de commodities do agronegócio brasileiro voltado principalmente para a exportação, com destaque para a carne bovina, o açúcar e a soja. Ao invés de contribuir com a modernização, o fortalecimento e a sustentabilidade produtiva da agricultura familiar de pequena e média escala, a Revolução Verde contribuiu para a sua redução e estagnação.

Ainda hoje, a expansão territorial e o avanço da mecanização/automação dos processos produtivos do grande agronegócio continuam degradando o meio ambiente e expulsando uma quantidade significativa de trabalhadores com pouca qualificação técnica e de pequenos produtores do campo para a cidade, intensificando o nosso processo de urbanização caótico e segregador.

Destacamos aqui a contribuição do agronegócio global produtor de commodities como grande emissor de gases de efeito estufa, que vem contribuindo com o avanço do aquecimento global e seus efeitos catastróficos, quando o mundo contemporâneo poderia contar com os recursos materiais e com o conhecimento científico, tecnológico necessários para a transição na direção de um sistema produtivo agropecuário de baixa emissão de carbono para reduzir as consequências negativas das mudanças climáticas.

Sobre a concentração da terra no Brasil em hectares (ha), Cosme (2020) apresenta dados que a demonstram, deixando ainda mais explícita

> Quando analisamos os extratos de menos de 10 ha e aqueles acima de 1.000 ha. Em 2006, os 50,34% (2.477.151 milhões de unidades) do total geral dos estabelecimentos estavam enquadrados com menos de 10 ha, “espremidos” em apenas 2,34% (7.798.777 milhões ha) da área total, enquanto os acima de 1.000 ha, representavam 0,97% (47.578 mil unidades), monopolizando 45% (150.143.096 milhões ha) das terras, ou seja, praticamente metade das terras agricultáveis. Em 2017, essa realidade praticamente não se alterou com relação aos pequenos estabelecimentos, mas com relação aos grandes, sim. Os estabelecimentos com menos de 10 ha correspondiam 50,91% (2.543.681 milhões de unidades) com apenas 2,28% (7.993.969 milhões ha) da área total, enquanto os acima de 1.000 ha, representavam 1,03% (51.203 mil unidades), aumento o monopólio para 47,60% (167.227.511 milhões ha) (COSME, 2020, p. 99).

O manejo inadequado do solo em grande parte das propriedades rurais tem acelerado o processo de degradação do mesmo e o sedimento produzido pela ação erosiva provoca o assoreamento dos mananciais de água de diferentes portes, potencializando a força destrutiva das enchentes durante o período das chuvas; principalmente pelos córregos e rios que atravessam as áreas urbanas densamente povoadas.

O Sudeste, região que apresenta a maior taxa de urbanização brasileira por causa da concentração da produção industrial, foi a que recebeu o maior fluxo de migrantes vindos do campo para a cidade, em especial os da região Nordeste.

O avanço da industrialização veio acompanhado de um rápido e desordenado processo de urbanização que provocaria o crescimento das cidades quase sem nenhum planejamento urbano, culminando na formação das três principais regiões metropolitanas brasileiras: São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. No caso do estado de São Paulo, a produção se concentrou na capital e cidades da região metropolitana, com destaque para o grande ABC e no interior nas regiões de Campinas, Jundiaí e Sorocaba. No início dos anos 50 do século XX, existia no mundo vinte cidade com mais de 2,5 milhões de habitantes. A única cidade brasileira que constava na lista era o Rio de Janeiro.

Assim, diz Carlos (1997), num segundo momento, a urbanização avançou para as regiões Nordeste e Sul. A falta de planejamento urbano eficiente e a consolidação de uma política econômica concentradora de riqueza e atrelada aos interesses do capitalismo internacional resultaram no crescimento das favelas, degradação ambiental e poluição, violência urbana e enchentes decorrentes da edificação e pavimentação (inclusive as áreas de várzeas) do solo urbano. A formação de favelas nas periferias em que os barracos são construídos nas margens dos mananciais de água ou nas encostas íngremes deixam-nas suscetíveis aos riscos dos deslizamentos nos períodos chuvosos uma população imensa.

Conforme Santos (1996),

> Com diferença de grau e de intensidade, todas as cidades brasileiras exibem problemáticas parecidas. O seu tamanho, tipo de atividade, região em que se inserem etc. São elementos de diferenciação, mas em todas elas problemas como os do emprego, da habitação, dos transportes, do lazer, da água, dos esgotos, da educação, da saúde, são genéricos e revelam enormes carências. Quanto maior a cidade, mais visíveis se tornam essas mazelas (SANTOS, 1996, p. 95).

Santos (1996), fala com muita clareza que quanto maior for uma cidade, maiores serão os seus problemas. Segundo ele, os problemas urbanos eram

menos visíveis da primeira metade do século XX. Porém, com o avanço da industrialização na segunda metade do século XX, as mazelas das grandes cidades se aprofundaram em decorrência da urbanização corporativa empreendida pelas grandes empresas nacionais e internacionais, que promoveram a expansão capitalista por meio do direcionamento dos esparsos recursos públicos para os investimentos econômicos privados, reduzindo drasticamente os gastos sociais. Realidade bem parecida vivida no Brasil atual em virtude do aprofundamento das políticas públicas ultraneoliberais privatistas que sacrificam as classes trabalhadoras e os pobres favorecendo os interesses da classe média tradicional, das elites e do grande capital nacional e internacional.

Morandi (1997), localizando o rápido crescimento das cidades e o esvaziamento do campo nos mesmos anos 1950, vincula a segregação urbana aos processos que geram as desigualdades sociais, porém, a sobreposição das duas dinâmicas no interior das cidades: expansão do espaço urbano e a crescente segregação dos mais pobres não ocorreu anteriormente com a intensidade presenciada hoje, materializando a dialética das contradições e exclusões, de um lado o surgimento dos bairros nobres (condomínios fechados; os novos castelos medievais), isolados por opção e do outro lado a formação de aglomerações miseráveis pela falta de opção da população pobre, onde a maioria dos moradores migraram do campo para a cidade atraídos pela expansão da produção industrial ou literalmente foram expulsos pela expansão do latifúndio e da produção agropecuária monocultora mecanizada.

Infelizmente, essa triste realidade persiste. Enquanto os brasileiros das classes sociais mais afortunadas têm dificuldades para escolher suas mansões ou apartamentos sofisticados no ato da compra devido a diversidade e a grande oferta disponibilizada pelos incorporadores/especuladores imobiliários, um grande contingente de brasileiras e brasileiros pobres se ajeitam como podem em casas/barracos totalmente insalubres, eternamente provisórios e geralmente localizados em áreas com considerável grau risco de desastres, ou perambulam, sem endereço e sem rumo pelas ruas e avenidas das cidades brasileiras. Em pleno início dos anos 20 do século XXI, o Brasil continua compondo o grupo dos países mais desiguais do mundo.

Para Spósito (1988), a cidade é ao mesmo tempo o lugar do trabalho e do lazer. Também, *é* o lugar da produção, do consumo, do ir, do vir e do bem-estar que não contempla todos os seus habitantes. É o lugar da ordem geralmente imposta pelas forças dominantes e da contraordem, dos sistemas econômicos de dimensão local, nacional e global e das lutas sociais lideradas por aqueles que buscam contestar o status quo imposto pelas classes sociais mais privilegiadas. A cidade é o lugar de habitação, transporte, serviços públicos, saneamento básico, uso do solo, produção de bens, educação, esporte, lazer e cultura, mas

é também natureza que se rebela por meio das enchentes e do escorregamento de encostas que atingem com mais frequência os bairros pobres e periféricos. É ao mesmo tempo comunicação, encontro, isolamento, desencontro e procura de diferentes frentes, também *é riqueza*, pobreza, beleza, feiura, evolução, transformação, revolução, unidade, diversidade e contradição.

Para Castells & Borja (1997), a dualidade urbana representa uma estrutura social que existe sobre a base da interação entre polos opostos, cuja lógica de desenvolvimento polariza a sociedade, segmenta grupos sociais, separa culturas e segrega os usos de um espaço metropolitano. A segmentação social, expressa no padrão de segregação espacial entre centro formal e periferia informal, está determinada por um mercado de trabalho dominado por processos contraditórios de exclusão social e inclusão.

É público e notório que o avanço do processo desorganizado de urbanização dos últimos 70 anos, é o grande responsável pela precariedade que atinge a rede urbana brasileira na atualidade, em especial as grandes metrópoles dominadas pela violência, pelo caos no trânsito decorrente da falta de transporte público urbano, pela poluição e desalento que atinge principalmente a população da periferia que reside em áreas de risco de desastres. Muitos bairros periféricos, além das moradias precárias, não possuem ruas asfaltadas, sistema de coleta de esgoto/lixo, luz elétrica, água encanada potável, áreas de lazer, esporte, cultura e estrutura de saúde e educação pública adequada.

Santos (1996) pergunta:

> Como definir a organização interna atual das cidades brasileiras? Quanto menor a aglomeração, menor a diversidade de sua ecologia social; quanto mais populosa e mais vasta, mais diferenciadas as atividades e a estrutura de classe, e mais o quadro urbano é compósito, deixando ver melhor suas diferenciações (SANTOS, 1996, p. 95).

Santos (1996), continua a sua reflexão dizendo que as cidades, e sobretudo as grandes metrópoles, geralmente ocupam vastas áreas territoriais, entremeadas de vazios que são parcelas do solo urbano controladas pela especulação imobiliária para aferir a valorização fundiária ou deixar como reserva para a construção de futuros empreendimentos imobiliários de alto padrão, com a anuência do poder público que geralmente ignora as demandas e necessidades dos mais pobres. Ele é enfático ao dizer que

> A especulação imobiliária deriva, em última análise, da conjugação de dois movimentos convergentes: a superposição de um sítio social ao sítio natural e a disputa entre atividades ou pessoas por dada localização. A especulação se alimenta dessa dinâmica, que inclui expectativas. Criam-se sítios sociais uma vez que o funcionamento da sociedade urbana transforma seletivamente os lugares, afeiçoando-os às suas exigências funcionais. É assim que certos pontos se tornam mais acessíveis, certas artérias mais atrativas e, também, uns e outras, mais valorizados. Por isso, são as atividades mais dinâmicas que se instalam nessas áreas mais privilegiadas; quanto aos lugares de residência, a lógica é a mesma, com as pessoas de maiores recursos buscando alojar-se onde lhes pareça mais conveniente, segundo os cânones de cada época, o que também inclui a moda. É desse modo que as diversas parcelas da cidade ganham ou perdem valor ao longo do tempo. O planejamento urbano acrescenta um elemento de organização ao mecanismo do mercado. O marketing urbano (das construções e dos terrenos) gera expectativas que influem nos preços (SANTOS, 1996, p. 96).

Nas cidades espraiadas, características do avanço da urbanização corporativa, há interdependência do que podemos chamar de categorias espaciais relevantes para a nossa época, como o tamanho urbano, a estrutura rodoviária, carência de diferentes tipos de infraestruturas, especulação fundiária e imobiliária, sistema de transporte público deficiente, extroversão e periferização da população pobre, gerando, graças às dimensões da pobreza, um modelo de centro-periferia que cada vez mais confina a pobreza em bolsões de miséria, distante do centro e dos bairros nobres habitados pela classe média e a elite, aprofundando a exclusão e a segregação no âmbito do espaço urbano.

Como já apontamos anteriormente, a industrialização tardia acelerou o processo de urbanização caótico e segregador brasileiro em virtude do aprofundamento do êxodo rural decorrente do colapso da cultura do café e da modernização da produção agropecuária por meio do avanço monocultura mecanizada estimulada pela Revolução verde.

Para trabalhamos a questão da redução do risco de desastres em espaços urbanos e rurais no ensino de Geografia, temos que refletir sobre os problemas econômicos, políticos, sociais e ambientais no mundo urbano e rural. Na atualidade, por exemplo, o professor de Geografia não tem como falar sobre o desmatamento e as queimadas na Amazônia sem considerar a história da ocupação, organização e transformação do espaço territorial brasileiro ao longo de mais de cinco séculos.

A emissão de gases de efeito estufa por meio da derrubada e queima de floresta vem de longa data. Como sabemos, o desmatamento começou no Brasil quando os portugueses iniciaram a invasão e domínio do nosso território. A derrubada das vegetações nativas sempre foi a principal estratégia de ocupação europeia, persistindo como uma cultura nacional, presente entre as várias classes sociais; principalmente em setores da classe média e de uma elite que ainda não se libertou da visão de mundo colonialista e escravagista. Os diversos biomas brasileiros, em diversas épocas, foram sendo devastados pelas frentes migratórias ou pelos projetos de colonização do território nacional, muitos deles induzidos por políticas e financiamentos governamentais e com apoio de empresas e países estrangeiros.

O desmatamento no Brasil teve início no início dos anos de 1500 com a extração do Pau-Brasil na faixa de Mata Atlântica que se estendia do norte do estado do Rio de Janeiro até o estado do Rio Grande do Norte e, em seguida avançou pela zona da mata nordestina e a caatinga para abrir áreas para cultivar a cana-de-açúcar e criação de gado e de lá Brasil adentro, abrindo grandes áreas necessárias para a introdução diversos tipos de cultivares de interesse comercial, para formar pastos para a pecuária bovina, para a construção de cidades, de polos industriais, ferrovias, estradas, áreas de mineração etc.

A cidade Bauru, por exemplo, nasceu e cresceu com a chegada dos “pioneiros” que desmataram a região para introduzir a cultura do café e a criação de gado. A partir de Bauru, os “pioneiros” brancos e matadores dos indígenas rumaram para oeste paulista chegando até a barranca do rio Paraná e para o sudoeste, onde adentraram pelo norte do Paraná e derrubaram uma floresta frondosa e única para cultivar principalmente o café.

No caso da Região Amazônica, o desmatamento se intensificou a partir dos anos 1960/70 estimulado pelos incentivos fiscais da ditadura militar que visavam acelerar o processo de colonização e ocupação da região, penalizando os indígenas, os povos das florestas e os pequenos agricultores familiares para favorecer a expansão latifundiária das famílias dominantes na agropecuária brasileira, isto é, principalmente do “agronegócio” das regiões Sul e Sudeste.

Atualmente, as famílias tradicionais da agropecuária brasileira possuem grandes áreas de cultivo de soja e de criação de gado na região, duas comodities estratégicas no âmbito da economia global. O desmatamento e a devastação ambiental brasileira vão além dos tradicionais interesses fundiários e econômicos de muitas famílias do grande agronegócio, dos empresários, políticos, madeireiros e mineradores.

Cada vez mais registra-se a ocupação de áreas de proteção ambiental e das reservas indígenas pelo narcotráfico com suas milícias armadas, ações criminosas que contam com a cumplicidade de autoridades políticas e econômicas de diferentes

regiões do Brasil e países vizinhos. Tais ações nefastas são responsáveis direta ou indiretamente pelo avanço do desmatamento, das queimadas, das invasões de terras da União e dos indígenas, da extração de madeira de lei e de minerais ilegais conectada com os interesses do grande capital globalizado nacional e internacional.

O Brasil figura-se entre os principais emissores de gases de efeito estufa do mundo não por possuir um parque industrial pujante, e sim, por derrubar e queimar florestas, contribuindo com o aquecimento global e as mudanças climáticas que estão aumentando a frequência de ocorrência dos eventos naturais extremos.

Na opinião de estudiosos sobre questões da Amazônia, para frear o avanço do desmatamento e das queimadas terão que ser tomadas algumas medidas consideradas essenciais:

• Fortalecer os órgãos ambientais como o IBAMA, o ICMBio e outros;

• Investir no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para que ele possa ampliar o serviço de monitoramento que identifica, com eficácia, os pontos de desmatamento e focos de queimadas.

Inúmeras denúncias têm demonstrado que atualmente o desmatamento avança nas áreas particulares, nas áreas públicas de preservação ambiental e nas reservas indígenas. É preciso promover uma fiscalização mais constante e com instrumentos eficientes de vigilância e instrumentos de punição severa dos infratores. É necessário ter forças-tarefas permanentes nas áreas cobiçadas pelos invasores. Também, é preciso utilizar a inteligência, principalmente do Exército, para combater o desmatamento, as queimadas e outros crimes ambientais, com destaque para a inibição da mineração clandestina e a extração ilegal de madeira. Tais medidas como algo urgente e extremamente importante para a preservação ambiental e florestal brasileira.

Pari passu ao desmatamento, também tem que ser oferecido alternativas como créditos, assistência técnica e projetos para inibir o avanço do desmatamento. É preciso melhorar as condições de vida dos povos indígenas, dos coletores extrativistas das florestas e dos pequenos agricultores familiares.

A partir do momento que uma pessoa do meio rural e sua família tenham condições de produzir o suficiente numa parcela menor de espaço, diminui a pressão sobre a floresta. Outra medida importante, seria o desenvolvimento de projetos de restauração florestal, que é muito diferente das monoculturas agroflorestais para abastecer a indústria global de celulose, que transmite a ideia de “reflorestar” com a introdução de uma única espécie vegetal. Igualmente aos sistemas agroflorestais, a restauração florestal permitiria a introdução de várias espécies nativas da própria Amazônia. É preciso ter incentivo governamental para frear o desmatamento e permitir a restauração das áreas degradadas para contribuir com a redução do aquecimento global e frear as mudanças climáticas.

O Brasil atual não precisa desmatar para expandir a sua produção agropecuária. O país tem ciência, tecnologia e inovação suficientes para reinserir milhares de hectares de terras degradadas ou improdutivas no sistema produtivo agropecuário visando o aumento da produção de alimento e matéria-prima industrial. Numa outra frente, é preciso melhorar o acesso dos micros e pequenos agricultores familiares ao crédito rural e à assistência técnica de qualidade para aumentar a produtividade e seu ganho financeiro para melhorar a sua vida e garantir a permanência no campo.

O campo brasileiro seja por meio dos micros, pequenos, médios e grandes produtores rurais, tem condições de ampliar a produtividade sem desmatar, queimar e degradar o meio ambiente. É preciso produzir com sustentabilidade para antecipar o risco de desastres no meio rural para evitar que sua extensão chegue até o meio urbano. Este seria o caminho que teríamos de percorrer para frear o desmatamento na Amazônia e nos demais biomas brasileiros além outros tipos de degradações ambientais e sociais.

Numa outra frente, o mundo precisa combater com seriedade o desperdício de alimentos. Segundo o Relatório Índice de Desperdício de Alimentos de do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) 2021, atualmente 17% de todos os alimentos disponíveis para consumo humano no mundo são desperdiçados. O combate ao desperdício de alimentos tem que reduzir as perdas ao longo das cadeias produtivas, do abastecimento e do consumo para contribuir com a redução da fome e das emissões de gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento global e as mudanças climáticas que estão aumentando a frequência e o poder destrutivo dos eventos naturais extremos no Brasil e no mundo.

O Brasil é um país cuja economia está inserida na lógica de mercado da globalização capitalista e conhecemos o discurso meramente publicitário e demagógico dos países ricos e das grandes corporações transnacionais sobre o meio ambiente, divulgado na intenção de manobrar e controlar os países pobres ou em desenvolvimento, principalmente aquelas que concentram reservas de recursos minerais estratégicos para garantir a expansão da produção/mercado globalizado e acumular novas riquezas para os grandes capitalistas, no presente e futuro, com a anuência de organismos internacionais para as áreas ricas em recursos naturais.

Para o capitalismo globalizado predador não importam os meios, mas sim os fins, mesmo que uma atividade econômica venha promover o aumento da degradação ambiental, a desigualdade social e o grau de risco de desastres. A mercantilização da natureza é visível e pode ser detectada nos diversos acordos internacionais assinados nas últimas décadas.

O golpe de Estado que destituiu a presidente Dilma Roussef do poder em 2016, permitiu o controle do Pré-Sal brasileiro por petroleiras estrangeiras e

para o avanço do processo de privatização de empresas públicas estratégicas para o desenvolvimento brasileiro, favorecendo os interesses do grande capital hegemônico nacional e internacional.

A vítima mais recente foi a Eletrobrás. Criada por Getúlio Vargas, ela foi privatizada por um preço aviltante, deixando de ser uma empresa pública estratégica, para ser controlada por fundos nacionais e internacionais. Segundo especialistas do assunto, a energia elétrica irá ficar mais cara, penalizado principalmente os pequenos produtores rurais/urbanos e a população mais pobre em detrimento do enriquecimento dos grupos bilionários.

As políticas globais favorecem a acumulação de bens e capitais sem outra preocupação senão a de explorar pessoas e o meio ambiente. Como o processo de espoliação da natureza caminha junto com o processo de espoliação econômica de regiões e pessoas, as políticas voltadas à redução das desigualdades sociais internas são enfraquecidas diante da ganância sem limites do grande capital nacional e internacional e do poder de controle ideológico que desenvolvem. Também, fica difícil de falar de redução do risco de desastres no meio rural e urbano num país que mal investe na resposta e muito pouco na prevenção de eventos naturais extremos.

O agronegócio brasileiro produz alimentos para mais de um bilhão de pessoas do Planeta Terra. Porém, o Brasil possui atualmente 33 milhões de pessoas passando fome diariamente. Há 5% da população sobrevivendo com apenas com R$ 1,30 por dia, a insegurança alimentar, habitacional e econômica afeta mais de 100 milhões de brasileiros, que recebem salários insuficientes em trabalhos sem perspectivas de uma vida econômica e social estável. Essa situação é inaceitável em um país com um território imenso, com tantos recursos de todas as espécies, que dispõe de grandes polos de ensino e pesquisa, de uma economia agropecuária e industrial complexa.

Diante da escalada global dos eventos climáticos extremos, ações globais, radicais e conjuntas são urgentes para conter as agressões e os agressores, ações que demandam a articulação política, econômica, social interna e internacional. Se ações urgentes são necessárias, ações voltadas à mudança de concepções demandam tempo, investimento, amadurecimento. A Educação, principalmente a educação escolar organizada e direcionada por uma intencionalidade socialmente construída poderá promover, a partir da qualidade dos processos educativos disponibilizados aos indivíduos, o desenvolvimento das funções cada vez mais complexas que permitam ultrapassar a barreira do senso-comum, conhecendo as propriedades e os processos do mundo real, através do ensino dos conteúdos científicos, da discussão e avaliação dos valores socialmente construídos ou impostos e do seu posicionamento ético frente aos desafios da realidade.

A chegada à escola representa para a criança a ampliação dos lugares e das pessoas com as quais passarão a conviver e, para a maioria das crianças,

o início das experiências na escrita e na leitura da palavra e do mundo; ensinar Geografia faz parte então do letramento básico a serviço de uma ordem cognitiva, de uma nova forma de olhar o mundo.

> A escola é a instituição que deve garantir que nossos valores, objetivos, formas de sociabilidade se reproduzam e que as novas gerações possam ter acesso a um amplo conjunto de experiências que lhes permita construir um sentimento de pertencimento ao mundo do qual fazem parte... Estar exposto a quaisquer saberes é, sempre, estar exposto às racionalidades que os criam. Negar às novas gerações a exposição aos saberes que identificam a civilização à qual pertencemos é negar-lhes a condição de pertencer a ela e, nesse caso, é colocar em risco seu próprio desenvolvimento, perenidade e até mesmo sua melhoria. (SANTOS, 2016, p. 11).

Assim, estudar Geografia é um direito pois, por tradição, ela nos expõe às reflexões sobre "o onde das coisas do mundo" e, assim, identificando a localização dos objetos e dos processos que a eles estão associados, podemos aprimorar nossa capacidade de reconhecermos o onde de nós mesmos e dos outros. A alfabetização geográfica faz parte do processo geral de alfabetização escolar, do ensinar a ler a palavra e a ler o mundo como nos ensinou Paulo Freire.

Os primeiros anos da escolaridade direcionam o olhar aleatório para o olhar sistematizado, levando à percepção do lugar, das pessoas, das coisas, dos significados e nomes das coisas. Assim, a educação escolar organiza, sistematiza, confronta os saberes de experiência construídos colocando à criança questionamentos instigadores que têm como ponto de partida o **lugar** e as práticas sociais por ela vivenciadas. **Onde estou? O que vejo? Como se chama?** são questões fundamentais para que as crianças percebam que o "lugar das coisas possui um significado". A alfabetização é, então, a redefinição da relação entre o sujeito e o objeto, é a superação do olhar aleatório para o olhar sistematizado.

A ação pedagógica aliada ao conhecimento geográfico "abre o acesso ao direito de pensar o **lugar vivido** enquanto uma relação sensória e imediata e, dentro desse processo, transformá-lo em **lugar pensado** e, portanto, objeto da ação refletida, mediada pela cultura, pelo desejo, pela possibilidade de resistir e/ou subverter nossa própria vida" (SANTOS, 2016) Dessa forma, a escola deve oferecer às crianças a liberdade de **olhar o mundo**, de sentir o mundo, de manifestar as suas percepções das coisas do mundo oportunizando a livre expressão por meio das mais diversas formas de linguagens e de recursos.

O Professor, articula os conteúdos e as metodologias de ensino em função dos objetivos a serem atingidos. Nas séries iniciais do Ensino Fundamental o

objetivo é promover o direcionamento do olhar para as coisas do mundo e para as suas relações, dessa forma, promove ações pedagógicas que permitam às crianças conhecer lugares, descrevê-los, identificar as suas características, semelhanças e diferenças quando comparados aos outros lugares visitados ou conhecidos a partir de imagens, vídeos, relatos, textos escritos entre outros recursos. O Professor de Geografia apresenta às crianças outros lugares que se diferenciam dos conhecidos pelas crianças.

A "aula-passeio", o desenho, a fotografia, o relato, a pintura, as histórias, as lendas, a conversa com os moradores organizadas como entrevistas ou "bate-papos", as peças teatrais, as conferências, entre outras técnicas, resultarão na presença das ocorrências das práticas sociais como assunto na conversa diária, permitindo à criança ou provocando-a para a pergunta. A **existência da pergunta** é o ponto de partida para a existência da paisagem, ou seja, a aparência indo para a ordem dos significados. A paisagem é o movimento do método que busca o significado das coisas dos lugares. Ao permitir à criança experiências que permitam enxergar as coisas, associando as suas localizações aos seus usos, a forma e o significado de cada objeto, o professor desenvolve um discurso geográfico no qual o sujeito através do reconhecimento da forma, das direções e distâncias, identifica o lugar ao mesmo tempo que desenvolve, segundo o geógrafo e educador Douglas Santos, a noção de pertencimento, de identidade.

Na relação do sujeito com o objeto, na apropriação das experiências e reordenamento do pensamento, a criança sistematiza o conhecimento. As categorias são dimensões de um mesmo processo que, por ser processo, é para cada sujeito, a necessidade de uma nova ordenação. O espaço, paisagem, lugar e região são categorias necessárias à ordenação do sujeito no tornar-se ciente de si e do mundo.

Ao apresentar a ordenação lógica da construção das respostas aos diferentes questionamentos da criança, a simples percepção e descrição da imediaticidade deixa de ser suficiente com o avançar das séries. Há uma mudança no ponto de vista cosmológico que permite e obriga a um distanciamento para entender as situações que o envolvem. O mundo é apresentado e começa a aparecer como **representação.** Nas séries finais do Ensino Fundamental, a criança munida das referências obtidas da captação sensorial e imediata dos fenômenos, alcança **patamares de abstração cada vez mais elaborados que lhe permite ultrapassar o senso comum**, o sensorial e estabelecer **conexões e interdependências** causais dos fatos e dos fenômenos.

Tomando como referência o objetivo de analisar, discutir, conscientizar e buscar soluções que colaborem com a redução dos riscos de desastres, o professor delimitará conteúdos e ações didáticas que permitam avançar das representações sensoriais para as representações abstratas, teóricas e mediadas, é a etapa da

definição dos conceitos científicos, dos conceitos elaborados a partir de ações conscientemente dirigidas, promovendo patamares de abstração cada vez mais elaborados. O permanente processo de alfabetização geográfica caminha para o domínio das linguagens e o que está representado a partir das diferentes linguagens. Se nos anos iniciais, os fenômenos foram o ponto de partida, nesse momento a lógica do fenomênico, da percepção e do simbólico são as referências para a ordenação lógica da construção das respostas às questões que se colocam: **Que lugar** é **esse? Quais processos definem sua identidade?**

O processo de alfabetização geográfica tem continuidade, se anteriormente, nas séries iniciais, o professor colaborou através da sua disciplina com o reconhecimento das formas, nas séries finais e no ensino médio, o objetivo é a identificação da distribuição dos fenômenos, a construção discursiva que permita o nexo, o conceito. Agora, o conceito é o ponto de partida.

O fenômeno dos **desastres naturais** marca as paisagens, tem uma territorialidade que expressa a interconexão entre os fatos, os agentes e os fatores e, é necessário identificar a ordenação das ocorrências que resultam nos desastres, mapear e cartografar as áreas de riscos, conhecer as causas que as fazem áreas de riscos, as relações entre os fatores envolvidos e as ações necessárias para minimizar ou excluir as ameaças, buscando o entendimento dos processos que criam e dão sustentação ao fenômeno.

O geógrafo e educador Álvaro José de Souza, entre as várias experiências que compartilhou com os professores de Geografia, através dos encartes pedagógicos do Jornal “O Espaço do Geógrafo” publicado pela Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru - SP, nos presenteou com o trabalho “Criando Geografia a partir da imagem” Aqui tomamos a preocupação inicialmente destacada pelo Professor Álvaro ao iniciar o texto e que consideramos essencial “ao trabalharmos com os educandos uma realidade qualquer, precisamos orientá-los na direção do entendimento de que o mundo em que vivemos se caracterizava mais pelas contradições do que pela lógica linear e que é preciso lê-lo à luz das contradições, como algo absolutamente normal”.

A partir da leitura de imagens, propomos a reflexão sobre a realidade contraditória em que vivemos e que resultam nos desastres. Optamos pelo trabalho a partir das imagens fotográficas de uma área que representa riscos permanentes aos moradores da cidade de Bauru: as frequentes inundações e alagamentos da Avenida Nações Unidas, recuperando a história do Córrego das Flores antes e após a sua canalização. A pesquisa nos acervos fotográficos dos museus, dos jornais antigos ou nos acervos particulares somadas às fotografias atuais, obtidas durante as aulas de campo ou “aulas-passeio na definição do educador Célestin Freinet”, na intenção de demonstrar a perenidade do

fenômeno, buscando processos que, genericamente, permeiam estes fatos e quais aqueles que são específicos de nossa comunidade. A pesquisa em jornais, revistas, internet de imagens de outros lugares próximos ou distantes, no país ou no exterior que convivem com o mesmo fenômeno e suas consequências, enriquece e amplia a escala de análise, compreensão do conceito.

Na abordagem do conceito "desastre" a partir da referência do nosso lugar, muitos são os conteúdos a serem desenvolvidos pelo professor, entre eles:

• o processo histórico da urbanização;
• características da área estudada;
• a Bacia hidrográfica;
• o ciclo da água;
• as ações anteriores voltadas à solução ou mitigação dos impactos ambientais resultantes do processo de ocupação urbana desordenado;
• as possíveis ações voltadas à solução ou mitigação dos impactos ambientais;
• as pessoas afetadas direta e indiretamente pelos alagamentos e escorregamentos de encostas;
• a representação cartográfica das áreas de risco;
• o poder público e as formas e canais de participação dos cidadãos.

Concluindo

Como professores de Geografia, temos em mente que o primeiro passo para a construção de sociedade preparada para enfrentar e reduzir o risco de desastres, tanto no meio rural quanto no urbano, será a constituição de políticas públicas eficientes com capacidade de reduzir as desigualdades sociais e promover o desenvolvimento econômico, político, social e ambiental sustentável. Urge investir seriamente em educação para ampliar e atualizar a produção científica, tecnológica e a capacidade de gerar inovação tão necessárias para minorar os impactos ambientais.

Na nossa opinião, quando os interesses da "sociedade política" se aproximarem das necessidades da sociedade civil, certamente os projetos socioambientais não encontrarão as dificuldades atuais. Portanto, para se atingir tal grau de maturidade social há de se caminhar por meio de ações que mostrem as possibilidades imediatas de melhorar o Brasil e o mundo nos aspectos econômicos, políticos, ambientais, culturais e sociais.

A educação escolar e o ensino de Geografia, tem papel decisivo na construção desse processo de conscientização, imprescindível para se atingir a emancipação das camadas populares e promover consecução de um projeto de sociedade justo, democrático e sustentável.

No presente capítulo, evidenciamos que é preciso pensar os conceitos para refletimos sobre a necessidade da construção de um projeto de educação pública de qualidade social. Apontamos que pensar os conceitos é um dos maiores desafios dos profissionais que atuam dentro e fora da educação e ousam refletir e pensar os problemas de ordem econômica, política, social, cultural e ambiental do mundo contemporâneo desconectado do padrão ideológico difundido pelo capitalismo globalizado.

No âmbito da educação e do ensino da Geografia, pensar a questão da redução do risco de desastres, não implica só na reflexão sobre o processo de sua construção crítico-reflexiva, mas, sobretudo, na necessidade de reconstruí-los a partir da análise crítica dos eventos naturais extremos e de sua conexão com o grau de vulnerabilidade da população pobre que habita as áreas de risco. "Redução do risco de desastres" é um conceito, como os demais, construído socialmente, na relação em que se estabelecem os sujeitos entre si e com os objetos existentes num determinado contexto espacial e social. Nessa concepção, o conceito de redução do risco de desastres supera a concepção instrumental (tecnicista), ou seja, àquela vinculada aos resultados (rendimentos), mensurados através de avaliações elaboradas e direcionadas pelos "parâmetros" de eficiência, de eficácia, de produtividade e aplicadas em larga escala no mundo globalizado atual. Neste contexto, as ações definidas *a priori* pelo sistema sem ouvir os participantes do processo social, econômico, político e ambiental não nos interessa, pois, seus fins procuram ignorar as necessidades da nossa gente (o povo humilde desprovido de direitos e oportunidades), que vive na pobreza e sujeita a diferentes tipos de riscos; entre eles os relacionados com os desastres naturais.

Por meio do ensino de Geografia, é preciso construir ações proativas para a redução do risco de desastres na relação do sujeito com o espaço, a sociedade e todas as suas instituições responsáveis pela organização da vida do homem enquanto ser social.

Referências

BLOOMBERG. **Clima extremo causou US$ 65 bi de perdas no primeiro semestre**. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/clima-extremo-causou-us-65-bi-de-perdas-no-primeiro-semestre-diz-estudo/>. Acesso em agosto de 2022.

BRUM, Argemiro J. A. Década perdida: a crise dos anos 80. In: **Desenvolvimento econômico brasileiro**. Petrópolis: Vozes: Ijuí: Ed. UNIJUI, 2003. p.419-441 (1. ed. 1999).

BRUM, Argemiro J. **Modernização da agricultura**: trigo e soja. Petrópolis: Vozes; Ijui: FIDENE, 1987.

CARLOS, Ana Fani. **A cidade**. São Paulo, Contexto, 1997.

CASTELLS, Manuel, BORJA, Jordi. **Local y global. La gestion de las ciudades em la era de la información**. Madri, Tacurus Pensamiento, 1997.

COSME, C. M. A burguesia latifundista não abre mão do monopólio da terra no Brasil: a perpetuação da concentração fundiária revelada pelo censo agropecuário 2017. In: **Revista Pegada**, v. 21, n. 1, 2020.

Freinet, Cèlestin. **As técnicas Freinet da Escola Moderna**, Editorial Estampa, Lisboa,1973.

Freinet, Célestin. **O método natural** – a aprendizagem da língua, 2.ª ed., Editorial Estampa, Lisboa, 1977.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

MORANDI, Sonia. O processo de globalização e participação política. In: **Programa de qualificação e requalificação profissional no Estado de São Paulo**, São Paulo: CEETEPS, 1997.

MORANDI, Sonia e GIL, Isabel Castanha. **Tecnologia e Ambiente**. São Paulo: Copidart, 2002.

MORANDI, Sonia. **Espaço e Técnica**. São Paulo: Copidart, 2003.

MOREIRA, Ruy (Org.). **O círculo e a espiral: a crise paradigmática do mundo moderno**. Rio de Janeiro: Obra Aberta, 1993.

MOREIRA, Ruy (Org.). Repensando a Geografia. In: **Novos Rumos da Geografia Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

MOREIRA, Ruy (Org.). **A Pós-Modernidade, a Globalização, a Terceira Revolução Industrial e o Mundo do Trabalho**. Palestra realizada no CEETEPS em 27/03/96.

MOREIRA, Ruy (Org.). Inovações tecnológicas e novas formas de gestão do trabalho. In: **Ciência Geográfica** n.º 8, Bauru (SP): AGB, 1997, p.41-7.

MOREIRA, Ruy (Org.). A técnica, o homem e a terceira revolução industrial. In: **Ciência e Tecnologia em debate**. São Paulo: Moderna, 1998, p.33-54.

MOREIRA, Ruy (Org.). Os períodos técnicos e os paradigmas do espaço do Trabalho. In: **Ciência Geográfica** n.º 16, Bauru (SP): AGB, 2000, p.04/08.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de; POLONI, Delacir Aparecida Ramos. A industrialização brasileira. In: SE/CENP. (Org.). **Geografia (Série argumento)**. 1ª. ed. São Paulo, Secretaria de Educação do Estado de São Paulo - CENP, 1993.

PESSÔA, Vera Lúcia Salazar. O paradoxo da Revolução Verde no Cerrado. In: **Élisée, Rev. Geo. UEG** – Goiás, v.9, n.2, e922013, jul./dez. 2020 Artigo – S. Especial.

Programa das Nações Unidas para o Ambiente (2021). **Food Waste Index Report 2021** (Relatório do Índice de Desperdício Alimentar 2021). Nairobi

ROSS, Jurandyr L. Sanches (Org.) **Geografia do Brasil**. São Paulo, Edusp, 1995.

SANTOS, Douglas. O ensino da Geografia, o direito à escola e ao conhecimento. In: **Olhares Geográficos,** São Paulo, 2016.

SANTOS, Milton. **Técnica, Espaço, Tempo.** Globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1996.
SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira.** São Paulo, Hucitec, 1996.
SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e urbanização**. São Paulo, Contexto, 1988.
SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. A urbanização no Brasil. In: SE/CENP. (Org.). **Geografia** (**Série argumento**). 1ª. ed. São Paulo, Secretaria de Educação do Estado de São Paulo - CENP, 1993.
SOUZA, Álvaro José de. Criando Geografia a partir da Imagem. In: Jornal **O Espaço do Geógrafo** nº 24, Bauru - SP, AGB, 2000, p. 06/10.
TeleSUR. **Fortes chuvas e inundações atingem China, Bangladesh e Paquistão, causando mortes**. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2022/07/18/fortes-chuvas-e-inundacoes-atingem-china-bangladesh-e-paquistao-causando-mortes>. Acesso em julho de 2022.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

LA ENSEÑANZA DEL CLIMA, EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS EXTREMOS ATMOSFÉRICOS: PROPUESTAS PARA LA CIUDADANÍA DESDE LA UNIVERSIDAD

CLIMATE EDUCATION, CLIMATE CHANGE AND ATMOSPHERIC EXTREMES: PROPOSALS FOR CITIZENSHIP FROM UNIVERSITY

Esther Sánchez Almodóvar[1]
Jorge Olcina Cantos[2]
Javier Martí Talavera[3]
Antonio Oliva Cañizares[4]
Samuel Biener Camacho[5]

La Geografía, ciencia idónea para la enseñanza del cambio climático y los peligros atmosféricos asociados

La geografía, como ciencia natural y social es idónea para la enseñanza del cambio climático y los peligros atmosféricos, ya que aúna el conocimiento y la interpretación de los factores naturales y humanos que intervienen en el territorio, ofreciendo una explicación causal de los procesos que acontecen, así como de sus efectos sobre el espacio y la sociedad, a la vez que aporta acciones para su mitigación y adaptación.

Bajo este enfoque, BARROWS (1923) define a la geografía como la *Ecología Humana* capaz de analizar las interacciones entre el hombre y el medio natural, en un territorio. Enfoque que mantendrá G. F. White (geógrafo), quien puede considerarse como el pionero o padre de la denominada "Geografía del riesgo". Por consiguiente, la Geografía surge como aquella ciencia capaz de realizar análisis completos sobre los riesgos naturales existentes. En esta misma línea, SAURÍ I PUJOL (2003) señalan que la Geografía era la disciplina que debía ocuparse de estudiar cómo las sociedades humanas se adaptan a unos entornos ambientales determinados, cómo estos entornos son, a su vez, modificados por los humanos y cómo estas modificaciones pueden afectar al futuro de las relaciones entre naturaleza y sociedad. Definición que, en la actualidad, puede incorporar aspectos relacionados con el cambio climático y los peligros atmosféricos

1 Instituto Interuniversitario de Geografía – Universidad de Alicante. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4201-0779. E-mail: esther.sanchez@ua.es. Este capítulo se inserta en una Beca pre-doctoral de Formación de Personal Universitario del Programa Propio del Vicerrectorado de Investigación para el Fomento de la I+D+I en la Universidad de Alicante (UAFPU2019-54) de la que es beneficiaria la coautora Esther Sánchez Almodóvar.
2 Catedrático de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Director del Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4846-8126. E-mail: jorge.olcina@ua.es.
3 Instituto Interuniversitario de Geografía – Universidad de Alicante. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1624-2843. E-mail: javiermartitalavera@gmail.com.
4 Instituto Interuniversitario de Geografía – Universidad de Alicante. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6222-5852. E-mail: antoniogeografia1@gmail.com.
5 Instituto Interuniversitario de Geografía – Universidad de Alicante. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6418-588X. E-mail: samubcalicante@gmail.com.

asociados. Autores como BURTON; KATES; WHITE (1993), señalaron que se estaba produciendo una enorme paradoja al implementar medidas de defensas para hacer frente a los riesgos naturales, empero los daños económicos habían incrementado exponencialmente cuando sucedía un evento natural extremo. Este incremento exponencial de las pérdidas económicas se justificaba por el aumento e intensificación de la ocupación del suelo y, especialmente, del asentamiento humano en territorios de riesgo, es decir, la ocupación de espacios susceptibles de verse afectados por el acontecimiento de un evento natural extremo. Ello se debía, principalmente, al desconocimiento o la ignorancia de las dinámicas de los elementos naturales y humanos en un territorio (BURTON; KATES; WHITE, 1993), o bien por la imprudencia o interés en la obtención de un mayor beneficio económico, que hace que las sociedades asuman el riesgo de verse afectadas por un evento natural extremo.

Este tipo de sociedades es lo que el sociólogo alemán BECK (1986) definió como *sociedades del riesgo*. En este caso, el beneficio que otorga la ocupación de espacios susceptibles de verse afectados por una amenaza natural era mayor (en el corto plazo), que las pérdidas que generaba un evento natural extremo, en el cual, estas y los daños económicos eran asumibles para el medio y largo plazo.

En este contexto, la educación, la sensibilización y las campañas de información y concienciación a la sociedad sobre los riesgos naturales existentes en un territorio, resultan un pilar fundamental en materia de adaptación y mitigación de los eventos naturales extremos, del cambio climático y sus efectos.

Desde finales del siglo XIX, se incorporaron conocimientos sobre el tiempo y clima en los diferentes planes de estudio y tendencias geográficas (TONDA-MONLLOR; SEBASTIÁ-ALCARAZ, 2003), siendo una de las ramas de la Geografía que mayor interés ha cobrado en el mundo académico en los últimos años. Esto es debido a su creciente interés social por su importancia para dar a entender el actual contexto de cambio climático (MOROTE SEGUIDO; OLCINA CANTOS, 2020). La enseñanza del cambio climático es tarea compleja (OLCINA CANTOS, 2017), ya que se debe poseer un amplio conocimiento sobre el clima y el sistema climático, necesario para analizar las variables climáticas y la influencia de los factores geográficos, y también para planificar el territorio y adoptar medidas frente a las nuevas realidades ambientales (MARTÍN VIDE, 2009). La presencia del conocimiento geográfico en todos los niveles educativos es importante para reducir el efecto de los riesgos naturales en el contexto actual de cambio climático y fomentar la concienciación social sobre estos fenómenos (MOROTE SEGUIDO; OLCINA CANTOS, 2021).

La educación del cambio climático en el contexto mundial

El proceso de enseñanza-aprendizaje debe hacerse desde la rigurosidad científica, utilizando fuentes de información fiables. La principal fuente sobre cambio climático es el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en adelante IPCC), que en una media de 5-6 años suelen publicar un informe sobre el estado actual del clima, los efectos del cambio climático, tanto en la naturaleza como en la sociedad; a la vez que apuesta por una serie de medidas para limitar el calentamiento global, la adaptación y mitigación a los efectos del cambio climáticos. De entre todas las medidas propuestas, se incluye la educación como una pieza fundamental para la concienciación y sensibilización de la sociedad, para cualquier rango de edad, mediante la difusión de datos e información científica rigurosa, sin caer en los mensajes extremistas, alarmistas y catastrofistas.

Así pues, en el primer informe del IPCC (1990), se observa una apuesta firme y decidida en materia de educación. De hecho, se recomienda promover acciones en la educación pública y las iniciativas que generan mayor conciencia sobre las consecuencias e impactos potenciales del cambio climático mundial y sobre la viabilidad de opciones. Sin embargo, al final del informe, las recomendaciones señaladas pasan a formar parte de un apartado de obligaciones generales para el estímulo y cooperación para promover la educación y concienciación pública, a causa de los impactos ambientales y socioeconómicos de las emisiones de gases de efecto invernadero y del cambio climático. Por su parte en el segundo informe del IPCC (1995), aparece un apartado dedicado a instrumentos de políticas que mantienen como objetivo la apuesta por la educación y la formación; medidas de información y asesoramiento para el desarrollo sostenible y normas de consumo que faciliten la mitigación del cambio climático y la adaptación al clima, así como sus respuestas. Ejemplo de ello es la consideración de que la educación del público sobre el uso sostenible de recursos puede desempeñar una importante función en la modificación de los hábitos y conductas de consumo, entre otros comportamientos humanos.

El tercer informe del IPCC (2001), recoge que los gobiernos han trabajado para realizar estudios y análisis de vulnerabilidad sobre los efectos del cambio climático, permitiéndoles crear oportunidades de investigación y foros de intercambios de ideas y datos. Las actividades de investigación y educación, relacionadas con el clima se han acelerado con la evolución climática. Asimismo, señala que el comportamiento de las personas en relación con el cambio climático está determinado por la cultura, los procesos sociales y psicológicos complejos. Esto quiere decir que las tareas divulgativas y educacionales son complejas por la cantidad de elementos sociales y culturales existentes en cada sociedad, por lo que a cada una de ellas le será más efectiva medios de comunicación diferentes o

intencionalidades distintas, por lo que la transmisión de esta información se dificulta. En el apartado titulado *Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity*, aparece una clasificación de opciones de adaptación, en la cual, la opción número 8 hace referencia a la educación y comportamiento. Dentro de esta opción aparece una serie de medidas de adaptación administrativas y legales, en el que se propone implementar campañas de educación, a través de la mejora y la medición de datos, las auditorías y el control de la energía, los talleres y las exposiciones, las campañas en los medios de comunicación, la educación y la formación, el etiquetado, las publicaciones y las bases de datos como instrumentos utilizados para la mejora de la difusión de información. Además de estos instrumentos, se añaden, por primera vez, la apuesta por programas de educación y formación basados en: a) publicidad y marketing, b) emisiones de programas especiales en la televisión y la radio, c) folletos, d) base de datos, e) programa de concienciación pública, junto a la declaración de día o mes de la sostenibilidad, de medio ambiente, del agua, del clima, entre otros; y por último f) publicación de libros y revistas, la explicación de casos de éxito en la adaptación al cambio climático, entre otros, como instrumentos para la educación.

El cuarto informe del IPCC (2007) (AR4) se destaca la falta de inversión en educación ambiental en los países más rezagados, por lo que se pretende apostar por el uso y empleo de energías limpias, a través de la educación y formación periódica, especialmente, centrando la atención en ejemplos de buenas prácticas. En el presente informe, en su capítulo 13 *Policies, instruments and cooperative arrangements*, se señala que los instrumentos de información como los requisitos de divulgación pública y las campañas de concienciación/educación pueden afectar positivamente a la calidad del medio ambiente al permitir que los consumidores puedan tomar decisiones mejor informadas. Asimismo, se indica que la educación ha tenido una gran eficacia en lo que se refiere a las políticas medioambientales, empero, se desconoce el impacto que puede tener respecto al cambio climático. Por primera vez, la educación es considerada como un indicador del desarrollo sostenible. En el citado informe se hace alusión al artículo 6 de la CMNUCC[6], sobre educación, formación y sensibilización del público, se pide a los gobiernos que promuevan el desarrollo y la aplicación de programas educativos y de sensibilización pública, promover el acceso a la información y la participación pública y promover la formación del personal científico, técnico y de gestión. Este punto evidencia que la cuestión de la educación sobre el cambio climático no solo debe enfocarse en la ciudadanía o población joven, sino que también debe estar dirigida a todas las personas y, especialmente, a los dirigentes y tomadores de decisiones. Éstos, a su vez, deben desarrollar los mecanismos necesarios para que, por medio de campañas de educación, concienciación y sensibilización, la ciudadanía esté informada de los riesgos y efectos del cambio climático.

Por su parte, el quinto informe del IPCC (2014) (AR5), en el ámbito social, destaca la propuesta de opción educativa basada en la sensibilización e integración en la educación, además de la investigación participativa y aprendizaje social, donde existan plataformas de intercambio de conocimiento y aprendizaje. Por primera vez, de manera esclarecedora, se enuncia que, para realizar tareas de transferencia de conocimiento del IPCC a la población, hace falta realizar actuaciones en la educación primaria y secundaria. Además, se indica que esta cuestión debe realizarse a diferentes niveles. Por un lado, realizando acciones en las escuelas, fomentar la educación en este sentido, preparar materiales didácticos para que los niños y niñas puedan comprender desde pequeños la relevancia del problema; y, de otro, un nivel educativo e informativo con un claro objetivo de toma de conciencia, enfocado a las personas adultas. Asimismo, se apuesta fuertemente por los medios de comunicación como otra herramienta fundamental y con un fuerte papel protagonista, con una doble función: a) informar con datos y con un carácter científico riguroso sobre los efectos del cambio climático en nuestra vida; y b) evitar la desinformación, las *fakes news* y las noticias con un enfoque alarmista o catastrofista. Por último, hay que destacar que el cambio climático debe considerarse un problema medioambiental que afecta a la sociedad, la cual debe limitar, mitigar o adaptarse a sus efectos adversos.

El informe especial, entre el quinto y sexto informe del IPCC publicado en (2018) llevó por título *Global Warming of 1.5º C*, y en él se recogen aspectos interesantes sobre la educación como herramienta para afrontar el cambio climático. Lo más destacado del citado informe es que señala la gestión del riesgo de catástrofes y que la adaptación basada en la educación tienen menores perspectivas de ampliación y rentabilidad (evidencia media, acuerdo alto), pero resultan fundamentales para crear capacidad de resiliencia al cambio climático. Estas opciones motivan la adaptación a través de la sensibilización, el aprovechamiento de múltiples sistemas de conocimiento, el desarrollo de la investigación-acción participativa y los procesos de aprendizaje social, el fortalecimiento de los servicios de extensión y la creación de mecanismos para el aprendizaje y el intercambio de conocimientos a través de plataformas comunicativas, conferencias internacionales y redes de conocimiento. Por ende, se observa un incremento en las herramientas y mecanismos para la divulgación de información educativa y concienciación social ante el cambio climático.

El sexto y último informe del IPCC (2021) (AR6), recoge en su primer volumen (bases físicas) que numerosos estudios de casos de diálogos extensos e interactivos entre científicos y responsables políticos, gestores de recursos y otras partes interesadas para producir información y conocimientos, se traduce, posteriormente, en la elaboración de políticas ambientales y la gestión de los recursos en todo el

mundo. Asimismo, se considera fundamental estar informado sobre el conocimiento local de un territorio, ya que puede acelerar los cambios de comportamiento a gran escala consistentes con la adaptación y limitación del cambio global.

Estos enfoques son más eficaces cuando se combinan con otras políticas y se adaptan a las motivaciones, capacidades y recursos de actores y contextos específicos. En dicho informe se considera imprescindible la existencia de diálogo entre la comunidad científica y la gobernanza, mediante la dialéctica y la educación, para mejorar la calidad de la información científica. Esto quiere decir que la comunidad científica existe para asesorar y encauzar la toma de decisiones a los políticos, basadas en cuestiones ambientales y climáticas, en la cual la experiencia ha demostrado que la colaboración entre ambas partes tiene mayor efecto positivo en la sociedad y el medio natural.

De hecho, en el reciente informe titulado *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (IPCC, 2022) se señala que mejorar la importancia sobre los riesgos, los impactos y sus consecuencias, y las opciones de adaptación promueve respuestas sociales y políticas (confianza alta). Permite la profundización en el conocimiento del clima y compartirlo, incluyendo el desarrollo de todas las capacidades en todas las escalas, los programas educativos y de información, el uso de las artes, la modelización participativa, los servicios climáticos y los conocimientos locales (confianza alta). Estas medidas pueden facilitar la concienciación, aumentar la percepción del riesgo e influir en los comportamientos (confianza alta).

Por último, se observa que la educación gana un gran peso en los diferentes impactos del cambio climático, y juega un papel fundamental para el desarrollo de medidas de adaptación en las diferentes escalas (nacional, regional y local).

Como se puede apreciar en la Tabla 1, la educación, con relación a los riesgos atmosféricos y al cambio climático, ha ido adquiriendo un mayor peso con el paso de los años, tal como se refleja en los sucesivos informes del IPCC, en el que se mantiene o se incluyen nuevas herramientas o mecanismos a emplear en la realización de actividades educativas. Asimismo, resulta interesante destacar la aparición de conceptos en función de la visión, enfoque y políticas existentes a nivel mundial. Por ejemplo, a finales de los años ochenta y comienzos de los noventa, aparece la hipótesis del cambio climático por efecto antrópico, hoy, más que confirmado en el último informe del IPCC (2022) (AR6).

Tabla 1. Resumen de propuestas de educación en los informes del IPCC (1990-2022).

Informes IPCC	Propuestas en materia de educación
1º Informe - IPCC (1990-1992)	1. Fomentar la conciencia y conocimiento de las cuestiones relativas al cambio climático. 2. Proporcionar orientación sobre prácticas positivas para limitar el cambio climático y/o adaptarse al mismo. 3. Alentar una amplia participación de todos los sectores de la población de todos los países, desarrollados y en vía de desarrollo, para abordar la solución de los temas que plantea el cambio climático y desarrollar respuestas adecuadas. 4. Hacer especialmente hincapié en grupos objetivos clave, tales como niños y jóvenes, así como personas en el hogar, responsables políticos y líderes políticos, medios de comunicación, instituciones docentes, científicos, sectores de negocios y sectores agrícolas.
2º Informe - IPCC (1995)	1. Educación y formación. 2. Medidas de información y asesoramiento para el desarrollo sostenible y normas de consumo que faciliten la mitigación del cambio climático. 3. Medidas de adaptación o de respuesta al cambio climático. 4. Apuesta por la educación pública sobre el uso de recursos naturales.
3º Informe- IPCC (2001)	1. Mejora de datos y medición, creación de base de datos 2. Auditorías y el control de la energía 3. Talleres, folletos y exposiciones 4. Campañas en los medios de comunicación 5. Educación y formación 6. Publicidad y marketing 7. Programa de concienciación pública con la declaración del día o mes de cuestiones ambientales y climáticas. 8. Publicaciones científicas.
4º Informe - IPCC (2007)	1. La educación como herramienta del desarrollo sostenible. 2. Apuesta por el uso y empleo de energías renovables. 3. Creación de instrumentos de información, divulgación y campañas de concienciación-educación pública relacionadas con el medio ambiente. 4. Formación de personal científico, técnico y de gestión.
5º Informe - IPCC (2014)	1. Opción educativa basada en la sensibilización e integración en la educación en diferentes niveles (primaria y secundaria). 2. Investigación participativa y aprendizaje social. 3. Plataformas de intercambio de conocimientos. 4. La educación social: población joven y adulta. 5. Los medios de comunicación como instrumento de divulgación científica y rigurosa basada en datos reales. 6. Evitar la desinformación, fake news, noticias e imágenes catastrofistas, etc.
6º Informe - IPCC (2021)	1. Colaboración entre científicos y responsables políticos, gestores de recursos y otras partes interesadas. 2. Producción de información y conocimiento. 3. Elaboración de políticas y gestión de recursos en todo el mundo. 4. Tener en cuenta el conocimiento local de un territorio para la adaptación y limitación del cambio climático. 5. La educación mejora la calidad de la información científica. 6. Elaboración de programas educativos e informativos sobre el cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

Otro concepto para destacar en la década de los años noventa corresponde con “medio ambiente” (1990-1999) que, posteriormente, aparecerá un nuevo concepto que marcará la primera década del siglo XXI, como el desarrollo sostenible y la economía circular (2000-2007). Bajo este enfoque aparece el término de sostenibilidad (2008-actualidad), además de considerar los riesgos

naturales (incluidos los peligros atmosféricos) y el cambio climático, como uno de los problemas que más preocupan a la sociedad del siglo XXI durante los años 2017-2020, y que se mantienen en los primeros puestos, a pesar de la irrupción del riesgo natural biológico y la pandemia mundial de la COVID-19 (2020-actualidad) (WEF, 2021).

Además, hay que destacar que la información debe estar dirigida a la sociedad en general y no solamente a los jóvenes. De hecho, resulta lógico querer inculcar un pensamiento a fin a la protección y conservación del medio ambiente, a reducir la contaminación y a explicar los problemas existentes del cambio climático a la población joven; empero, también debe señalarse que la población joven en la actualidad posee una mayor concienciación ambiental y climática que los propios adultos, paradójicamente. Lo que implica que las tareas educativas no deben centrarse exclusivamente en los menores, sino también en la población adulta.

La educación del cambio climático en el contexto nacional (España)

En España se han conseguido grandes progresos en lo que se refiere al cambio climático y a la apuesta por medidas de mitigación y adaptación a los efectos de los peligros atmosféricos, en el que la educación resulta una pieza fundamental y clave para conseguir los objetivos propuestos. En esta línea, se debe destacar dos herramientas fundamentales: la aprobación de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética; y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (en adelante PNACC) (2021-2030), aprobado en el año 2020, como instrumento de planificación básica para los efectos del cambio climático.

La Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética señala que los esfuerzos de los gobiernos y de la sociedad en su conjunto, deben centrarse en la acción y en la implementación de los compromisos en materia de clima ya adaptados y en la transversalidad de la agenda climática, que necesite incluir más sectores y a más actores (JEFATURA DEL ESTADO, 2021). En el título VIII de la citada Ley, se abordan dos cuestiones de esencial importancia para la implicación de la sociedad española en las respuestas frente al cambio climático y la promoción de la transición energética, como son, por una parte, la educación y la capacitación para el desarrollo sostenible y el cuidado del clima y, de otro, la investigación, desarrollo e innovación. Así pues, analizando la información referida al *Título VIII Educación, investigación e innovación en la lucha contra el cambio climático y la transición energética*, en su artículo 35, se indica que el sistema educativo español promoverá la implicación de la sociedad española en las respuestas frente al cambio climático, reforzando el conocimiento sobre el cambio climático y sus implicaciones, la capacitación para una actividad

técnica y profesional baja en carbono y resiliente frente al cambio del clima y la adquisición de la necesaria responsabilidad personal y social.

En esta ley se señala que el Gobierno revisará el tratamiento del cambio climático y la sostenibilidad en el currículo básico de las enseñanzas que forman parte del Sistema Educativo de manera transversal, incluyendo los elementos necesarios para hacer realidad una educación para el desarrollo sostenible; a la vez que fomentará la adecuada formación del profesorado en esta materia. Asimismo, se indica que el Gobierno promoverá que las universidades procedan a la revisión de lo mencionado anteriormente, en los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos universitarios oficiales en los que resulte coherente, así como la formación de su profesorado en esta materia. También se señala que se realizará una revisión y actualización del Catálogo Nacional de las Cualificaciones profesionales, así como de las ofertas formativas en el ámbito de la Formación Profesional, que capaciten en perfiles profesionales propios de la sostenibilidad medioambiental y del cambio climático y la transición energética. El Gobierno español se compromete, además, a incentivar el proceso de acreditación de las competencias profesionales adquiridas por la experiencia laboral, y por vías no formales de formación, fomentando la educación y capacitación para avanzar en la lucha contra el cambio climático y la transición energética. Por último, se recoge que se tendrá en cuenta la influencia que tiene la educación informal junto a la educación formal y la educación no formal, y que se hará uso de ella para realizar campañas de sensibilización y concienciación hacia la ciudadanía sobre los efectos del cambio climático y sobre el impacto de la actividad humana en él. Asimismo, las administraciones públicas deben reconocer y poner los medios y recursos necesarios para la realización de actividades no formales, como una vía más para promover la lucha contra el cambio climático de colectivos especialmente vulnerables como son la infancia y la juventud. También habría que añadir a la población mayor de 65 años. En el artículo 36 dedicado a la "Investigación, desarrollo e innovación sobre el cambio climático y transición energética", se fomenta y promueve una financiación adecuada, entre las prioridades de las Estrategias Españolas de Ciencia y Tecnología y de Innovación y en los Planes Estatales de Investigación Científica y Técnica y de Innovación. Estos planes, además, impulsarán que en la evaluación relacionada con el cambio climático y la transición energética participen paneles de evaluación científico-técnica multidisciplinares, formados por personas expertas independientes cualificadas para valorar las líneas de investigación, desarrollo e innovación relacionadas con los aspectos mencionados. En este sentido, cabe destacar que son pocas las comunidades autónomas que actualmente disponen de una ley de cambio climático regional (Tabla 2), instrumento indispensable para la aplicación de las medidas necesarias en la acción contra el cambio climático.

Tabla 2. Legislación en materia de cambio climático en las autonomías españolas.

CCAA	OBJETIVOS DE LA EDUCACIÓN EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO
Andalucía Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía. Estado: Aprobada	**-Artículo 25. El cambio climático en los estudios universitarios y no universitarios.** **Finalidad:** Implantar en los planes de estudios contenidos sobre causas y efectos del cambio climático; además de técnicas de gestión y adaptación al mismo, facilitando la participación del alumnado en numerosas actividades. Creación de titulaciones específicas.
Aragón Proposición de Ley de Cambio Climático y Transición Energética en Aragón, 7 de noviembre de 2018. Estado: Propuesta	**-Artículo 83. Educación y concienciación ciudadana.** **-Artículo 129. Fomento del Conocimiento, la Educación y la Investigación, Desarrollo E Innovación (I+D+i) en Cambio Climático.** **Finalidad:** Adopción de medidas encaminadas a entender y abordar las consecuencias del cambio climático, alentar modificaciones en actitudes y conductas entre la población, y crear motivación para la investigación en este campo. Para ello, se apuesta por la divulgación de campañas publicitarias; la introducción en los Proyectos Curriculares con temas didácticos relacionados con el cambio climático, transición energética, medidas de adaptación, reducción de GEIs y gestión de residuos en cada nivel lectivo. Actividades complementarias fuera del aula. Acciones destinadas a fomentar el conocimiento y la educación para la sostenibilidad y a promover la investigación, el desarrollo y la innovación que permita la reducción de emisiones de GEIs y adaptación al cambio climático. Mejorar y transferir el avance de conocimiento en materia de medio ambiente y cambio climático a las políticas públicas medioambientales. Impulsar la educación ambiental y sensibilización del público mediante programas y actuaciones de comportamiento responsable. Inclusión de materias relacionadas con el medio ambiente y cambio climático en el currículum educativo de las enseñanzas y que formen parte del sistema educativo.
Principado de Asturias Anteproyecto Ley del Principado de Asturias de Calidad Ambiental. Borrador 04/08/2021. Estado: Propuesta	**-Artículo 23. Investigación, educación ambiental y sensibilización.** **Finalidad:** Fomentar e incentivar la investigación, el desarrollo y la innovación en materia de medio ambiente y cambio climático, con objeto de mejorar y transferir el avance de conocimientos en estas materias a las políticas públicas medioambientales. Programas y actuaciones de especial atención a la formación.
Illes Balears Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética. Estado: Aprobada	**-Artículo 76. Campañas de información sobre el cambio climático.** **-Artículo 77. Educación para el cambio climático.** **-Artículo 78. Formación y ocupación.** **-Artículo 79. Impulso y promoción de programas de investigación, desarrollo e innovación.** **Finalidad:** Promover campañas de sensibilización ciudadana sobre el cambio climático y las medidas de mitigación y adaptación (público y privado). Concienciación sobre el cambio climático en todos los niveles educativos obligatorios. Implantación de titulaciones de formación profesional en materias de cambio climático. Fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación en el campo de mitigación y adaptación al cambio climático, con especial atención al hecho insular.

continua

continuación

Canarias Proyecto de ley canaria de cambio climático y transición energética, 23 de noviembre de 2020. Estado: Propuesta	**-Artículo 72. Enseñanza no universitaria.** **-Artículo 73. Enseñanza universitaria.** **-Artículo 74. Formación y ocupación.** **-Artículo 75. Promoción de investigación, desarrollo e innovación y competitividad.** **Finalidad:** Introducir como eje vertebrador la acción climática y la transición ecológica en los decretos de desarrollos curriculares de las distintas áreas, materias o ámbitos vinculados a dichos contenidos y, de forma transversal, en el resto de los currículos. Desarrollar medidas y acciones que fomenten los conocimientos y habilidades necesarias en toda la comunidad educativa. Formación y cualificación del profesorado y técnica, sobre los efectos del cambio climático; fomentar proyectos educativos especializados.
Cantabria Decreto 32/2018, de 12 de abril, por el que se aprueba la Estrategia de Acción frente al Cambio Climático de Cantabria 2018-2030. Estado: Aprobado	**-Medida 24. Concienciación Social.** **-Medida 28.Difusión del Cambio Climático en los centros escolares.** **-Medida 29. Fomentar el desarrollo e implantación de planes de sostenibilidad en los centros educativos de Cantabria.** **-Medida 30. Desarrollar acciones formativas de carácter científico técnico sobre el cambio climático.** **-Medida 32. Difusión del Cambio climático en las redes gestionadas por el CIMA.** **Finalidad:** Impartición de actividades divulgativas a la población sobre la problemática del cambio climático. Incorporación en el Plan Formativo anual del CEDREAC. Elaboración de recursos didácticos encaminados a la sensibilización y conocimiento de las medidas individuales de reducción de emisiones de GEIs. Material divulgativo en las páginas webs. Realización exposiciones itinerantes en relación al cambio climático. Creación de red de centros sostenibles. Jornadas científicas para la sensibilización de la docencia y alumnado. Página web para difusión del cambio climático.
Castilla y León Acuerdo 26/2020, de 4 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueban medidas contra el cambio climático en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León. Estado: Aprobado	**-Anexo. Punto 10. Desarrollar un programa reforzado de Educación Ambiental para implicar aún más a los ciudadanos, profesionales y empresas en comportamientos positivos para la lucha contra el cambio climático.**
Castilla-La Mancha Orden 4/2019, de 18 de enero, de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural, por la que se aprueba la Estrategia de Cambio Climático de Castilla-La Mancha, Horizontes 2020 y 2030. [2019/638] Estado: Aprobada	No aparece un apartado dedicado a la Educación. No obstante, en el programa de medidas y, en concreto, en la medida 56, se trata sobre el impulso al conocimiento en materia de cambio climático y salud. **Finalidad:** Impulsar y desarrollar conocimiento relacionado con el cambio climático y la salud, la creación de un observatorio, alentar la formación en los profesionales sanitarios, medioambientales y responsables de planificación en salud pública, entre otras.

continua

continuación

Cataluña Ley 16/2017, de 1 de agosto, del cambio climático. Estado: Aprobado	**-Artículo 55. Difusión del conocimiento y sensibilización.** **Finalidad:** Promover campañas informativas y formativas entre la ciudadanía, empresas y los trabajadores con el fin de dar a conocer los últimos avances científicos sobre el cambio climático y sobre las políticas públicas para mitigarlo y adaptarse a él. Impulsar la sensibilización hacia cuestiones ambientales en los niveles educativos, así como en los programas de formación inicial y permanente del profesorado.
Comunitat Valenciana Anteproyecto de Ley del Cambio Climático y Transición Ecológica de la Comunitat Valenciana. Estado: Propuesta de Ley	**-Artículo 89. Programas de comunicación y educación ambiental sobre el cambio climático.** **-Artículo 90. Educación para el cambio climático.** **-Artículo 91. Capacitación profesional.** **-Artículo 92. Impulso y promoción de programas de investigación, desarrollo e innovación.** **Finalidad:** Promover programas de comunicación y educación ambiental sobre el cambio climático desde el conocimiento científico, para la adopción de medidas de mitigación y adaptación (público y privado). Los programas de comunicación y educación ambiental sobre el cambio climático se diseñarán desde la perspectiva sistémica de la Agenda 2030. Promoción sobre los efectos y adaptación al cambio climático en todos los niveles educativos, así como implantar titulaciones de formación profesional. Formación ocupacional en materia de cambio climático y transición ecológica. Formación específica en materia de descarbonización, energías renovables y eficiencia energética, dirigida a la incorporación de las mujeres y los jóvenes en el ámbito profesional. Fomentar el conocimiento y la educación ambiental para la sostenibilidad y desarrollar la investigación en torno al cambio climático.
Extremadura Estrategia de cambio climático de Extremadura 2013-2020. Estado: Aprobada	**-Objetivo 44. Fomentar el conocimiento e investigación en relación con la adaptación de Extremadura al Cambio Climático y nuevas medidas de mitigación.** **-Objetivo 45. Fomentar la difusión de la información actualizada en relación con el Cambio Climático.** **-Objetivo 46. Promover la difusión de información relativa al Cambio Climático en jóvenes y niños.** **Finalidad:** Promocionar la investigación en materia de mitigación y adaptación al cambio climático tanto en los centros públicos como en las instituciones públicas y privadas. Fortalecimiento de la capacidad investigadora. Promover la difusión de información relativa al cambio climático en jóvenes y niños, mediante el cambio de hábitos y conductas; así como de campañas de divulgación y sensibilización.
Galicia En inicio la tramitación de la Ley del Clima de Galicia. Estado: En elaboración	Sin información.
Comunidad de Madrid Proyecto de Decreto para la aprobación de la Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y de mejora la Calidad del Aire en la Comunidad de Madrid (2021-2030). Estado: Consulta pública	Sin información.

continua

continuación

Región de Murcia Estrategia de Adaptación al Cambio Climático del Municipio de Murcia a 2030. Junio 2018. Estado: Aprobada	**-META 3. Desarrollando mecanismos incentivadores para una mayor resiliencia de la Sociedad ante la evolución de la disponibilidad del recurso agua.** **-3.1. Sensibilizar y formar a la adopción de comportamientos de uso del agua sostenibles.** **-3.1.1. Implementar un programa educativo para la Sociedad murciana sobre cambio climático.** **Finalidad:** Implementación de un programa educativo extraescolar sobre el cambio climático en todos los niveles educativos y población en general. Campañas de información y divulgación a la sociedad. Formación de profesionales en materia de adaptación y mitigación del cambio climático. Gestión y conservación de los recursos hídricos.
Comunidad Foral de Navarra Proyecto de ley foral de cambio climático y transición energética. Estado: Aprobado	**-Artículo 15. Educación sobre cambio climático y transición energética.** **-Artículo 16. Promoción de investigación, desarrollo e innovación.** **Finalidad:** Establecer mecanismos y recursos necesarios para que los currículos educativos contemplen las cuestiones relacionadas con el cambio climático y la transición energética, además de la formación y habilitación del profesorado en cualquier nivel educativo. Elaboración de un Plan de Educación ambiental para educadores del ámbito formal y no formal. Promoción al desarrollo de proyectos educativos especializados e innovadores en materia climática y de transición energética. Realización de guías, campañas de información, comunicación y formación dirigidas a todos los sectores de la población. Fomentar proyectos de investigación relacionados con el cambio climático y la transición energética, la huella de carbono y la reducción de emisiones del CO2.
País Vasco Proyecto Ley de Transición Energética y Cambio Climático de Euskadi. Estado: Aprobación	**-Artículo 38. Fomento del conocimiento y la educación.** **-Artículo 39. Investigación, desarrollo e innovación.** **-Artículo 40. Sensibilización e información pública.** **Finalidad:** Impulsar acciones destinadas a fomentar el conocimiento, las capacidades y la educación en materia de transición energética y cambio climático. Coordinación entre las administraciones públicas para coordinar actuaciones en los objetivos de instrumentos de planificación, teniendo en cuenta la visión de entidades públicas y privadas, así como de centros de educación reglada y no reglada. Formación continuada dirigida a todo el personal al servicio. Apoyo a investigaciones, tecnologías y proyectos innovadores que permitan reducir los efectos del cambio climático y, a su vez, generar nuevas oportunidades de negocio. Acciones y campañas de sensibilización cuya finalidad sea informar y concienciar a la ciudadanía en materia de transición energética y cambio climático.
La Rioja Anteproyecto de Ley de cambio climático de La Rioja Estado: Presentado	**-Artículo 46. Participación.** **-Artículo 47. Formación de los empleados públicos.** **-Artículo 48. Divulgación.** **-Artículo 49. Campañas de sensibilización.** **-Artículo 50. Educación.** **Finalidad:** Introducir la acción climática y la transición ecológica en los decretos de desarrollo curricular en los diferentes niveles educativos. Coordinación de actuaciones pertinentes a la formación y cualificación del profesorado en cualquiera de los niveles. Implantación de titulaciones de formación profesional. Campañas de educación, concienciación y sensibilización a la ciudadanía.

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (PNACC 2021-2030) (MITECO, 2020), aprobado en el año 2020, en su preámbulo aparece un apartado dedicado a las responsabilidades ante las generaciones futuras en las que se incluye fortalecer la capacidad de los niños, niñas y jóvenes en los esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático, brindándoles conocimientos y habilidades necesarias para protegerse y contribuir a una vida segura y a un futuro sostenible, asegurando que estos esfuerzos lleguen a los grupos de población más desfavorecidos. Como se ha comentado anteriormente, el PNACC (2021-2030) es un instrumento de planificación básica para los efectos del cambio climático, por lo que en su documento se recogen 18 ámbitos de trabajo en los que se añaden 11 más, en el que se encuentran incluidos la reducción de los riesgos de desastres, la investigación y la innovación; la educación, la sociedad y la paz, entre otros. Hecho que evidencia que la educación forma parte de los mecanismos a desarrollar para la lucha contra el cambio climático.

En esta línea, se señala que en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en concreto, en el objetivo 13 “Acción por el clima”, en la cual una de las metas planteadas para ello, trata sobre mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto a la adaptación al cambio climático, la reducción de sus efectos y la alerta temprana, objetivos que se pretenden recoger en el mencionado PNACC. Así pues, en el apartado 6.3 Movilización de actores, en lo referente a la divulgación, señala que los riesgos e impactos derivados del cambio climático, así como las respuestas planteadas para evitarlos o reducirlos, deben ser trasladadas desde el lenguaje científico, técnico y administrativo, a formatos comprensibles y significativos para el conjunto de la ciudadanía. En este proceso juegan un papel fundamental los medios de comunicación, y también los divulgadores sociales, así como el ámbito de la cultura y el arte. Para ello, el PNACC contribuirá en esta labor divulgadora contemplando la elaboración de recursos comunicativos en formatos diversos como guías divulgativas, paneles, exposiciones, materiales audiovisuales, entre otros. En el ámbito de trabajo de “Investigación e Innovación” y en el de “Educación y Sociedad” se plantean una batería de líneas de acción orientadas en este sentido, resumidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Líneas de acción orientadas en la Educación y Sociedad, y en la investigación e innovación recogidas en el PNACC.

Educación y Sociedad	Impulsar el acceso a la información, la sensibilización y la comunicación efectiva sobre los impactos y riesgos derivados del cambio climático y las formas de evitarlo o limitarlos.
	Impulsar la capacitación para hacer frente a los riesgos del cambio climático en el sistema educativo formal y, especialmente, en la formación técnica y profesional.
	Identificar grupos y comunidades especialmente vulnerables ante los riesgos del cambio climático y fomentar su resiliencia mediante procesos de capacitación social y comunitaria.
	Fomentar los estilos de vida resilientes y adaptados al clima.
	Prevenir la destrucción de empleo asociado a los impactos derivados del cambio climático y mejorar la empleabilidad y las nuevas oportunidades de empleo asociadas a la adaptación.
	Fomentar la formación y capacitación para los nuevos empleos y satisfacer nuevas demandas asociadas con la adaptación al cambio climático.
	Facilitar la participación del público en el estudio del cambio climático y sus efectos, y en la elaboración de las respuestas adecuadas.
Investigación e Innovación	Integrar la adaptación en las futuras estrategias y planes de ciencia, tecnología e innovación.
	Impulsar la creación de los espacios de intercambio, colaboración y coordinación entre el personal investigador y los diferentes actores de adaptación.
	Impulsar el desarrollo de metodologías y herramientas para la estimación de los riesgos del cambio climático y la toma de decisiones informada para la adaptación.
	Apoyar la participación española en el IPCC y a la difusión y transferencia de los contenidos de sus informes en materia de adaptación.

Fuente: MITECO (2020). Elaboración propia.

La enseñanza del cambio climático y de los riesgos naturales en España: algunas experiencias

Aspectos legales

En la actualidad el cambio climático es uno de los desafíos más importantes que se le plantea a la humanidad. Como enuncian el currículo de Geografía e Historia de Educación Secundaria Obligatoria (en adelante ESO) en la Comunidad Valenciana:

> "La geografía contribuye a comprender las interacciones entre los fenómenos naturales y las actividades humanas que explican las transformaciones de los espacios y regiones. Y lo hace mediante un carácter crítico y de compromiso social, que supera la idea de ciencia intermedia entre lo físico y lo social, y que permita buscar una explicación de los grandes procesos de cambio, los desequilibrios territoriales y de los principales problemas

> sociales que caracterizan el mundo actual, incluidos los que afectan al medio natural" (CONSELLERIA DE EDUCACIÓN, 2015, p. 18108).

La docencia de la asignatura de "Geografía e Historia" (ESO) y "Geografía" para Bachillerato (en adelante BACH), está fundamentada en la LOMCE 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa a nivel estatal. Los contenidos relativos a Geografía y, específicamente, sobre cambio climático que se deben abordar en la ESO y Bachillerato, se recogen en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la ESO y Bachillerato (MINISTERIO DE EDUCACIÓN, 2015). Si se analiza la presencia de la temática del cambio climático en las materias de Geografía e Historia para la ESO y Geografía en Bachillerato en este Real Decreto 1105/2014, se observa que solo aparece de forma explícita en esta última, en el *Bloque 3. La diversidad climática y la vegetación,* pero dentro de los estándares de aprendizaje como el punto *7.1. Analiza cómo afecta a España el cambio climático*, y no como parte de los contenidos.

Para el caso de la Comunidad Valenciana, los contenidos en las materias de "Geografía e Historia" (ESO) y "Geografía" (BACH) son regulados por el Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que se establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la ESO y Bachillerato en la autonomía (CONSELLERIA DE EDUCACIÓN, 2015). No obstante, si se analizan de forma detallada los contenidos que desarrolla el currículo, se puede apreciar que los contenidos didácticos relativos al cambio climático se recogen de manera explícita en el *Bloque 8 "Los desafíos del siglo XXI: cambios geopolíticos, globalización y crisis ambiental"* de 4º ESO (Troncal "Geografía e Historia") (Tabla 4), pero si bien es cierto que, en la práctica real, en 4º ESO la dedicación es exclusiva para la enseñanza de la Historia. Por lo tanto, los contenidos de cambio climático quedan relegados a los primeros niveles de la ESO (1º ESO, 2º ESO y 3º ESO), enmarcados siempre dentro de un amplio abanico que recoge los problemas medioambientales.

Tabla 4. Contenidos relativos al cambio climático en 4º ESO.

CURRÍCULO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA 4º ESO: BLOQUE 8 "LOS DESAFÍOS DEL SIGLO XXI: CAMBIOS GEOPOLÍTICOS, GLOBALIZACIÓN Y CRISIS AMBIENTAL"			
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje	CC
Cambio climático y crisis ambiental: el factor humano y el modelo de desarrollo. Consecuencias económicas y políticas del **cambio climático.**	BL8.3. Relacionar las **manifestaciones del cambio climático y de la crisis ambiental** con nuestro modo de vida y reconocer los intereses enfrentados ante las propuestas para afrontar este problema y sus posibles consecuencias en diversos ámbitos a través de textos periodísticos que informen sobre esta controversia.	BL8.3.1. Relaciona las **manifestaciones del cambio climático y de la crisis ambiental** con nuestro modo de vida a partir de textos periodísticos que hagan referencia a estudios científicos. BL8.3.2. Reconoce los intereses enfrentados ante las propuestas para afrontar **la crisis ambiental y sus posibles consecuencias** en diversos ámbitos (económicos y políticos) a través de textos periodísticos que informen sobre esta controversia.	CSC

Fuente: CONSELLERIA DE EDUCACIÓN (2015). Elaboración propia.

Lo más significativo, en este sentido, responde al hecho de que la temática de cambio climático no está recogida de manera explícita en el currículo de secundaria en las etapas precedentes a 4º ESO, dejando un vacío que debe ser interpretado por la subjetividad del docente que, en muchas ocasiones, se ve condicionado por la formación de este (Historiador/a o Geógrafo/a), y que en muy pocas ocasiones se desarrolla dicho contenido. Junto a esto, es preciso destacar también la falta de concreción durante el desarrollo del *Bloque 3 "Espacio humano"* de 3º ESO, donde se recogen los contenidos relativos a los "problemas medioambientales" (Tabla 5), de igual forma que se recoge en el *Bloque 2 "Espacio humano"* de 1º ESO. Es por ello, que durante la etapa de 3º ESO deberían concretarse los contenidos y profundizar en la cuestión del cambio climático.

Tabla 5. Contenidos relacionados con el cambio climático en 3º ESO.

CURRÍCULO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA 3º ESO: BLOQUE 3 "EL ESPACIO HUMANO"			
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje	CC
El medio natural como recurso para el desarrollo de las diferentes actividades económicas. **Problemas medioambientales:** deterioro del medio natural y agotamiento de los recursos naturales. Concienciación de la necesidad de racionalizar el consumo de los recursos naturales y de reducir los **efectos nocivos de la actividad económica** en el medio. Medidas correctoras y políticas de conservación y protección del medio ambiente: **aprovechamiento sostenible de los recursos naturales** (fuentes de energía y materias primas), racionalización de la producción de alimentos y de manufacturas y apuesta por las **fuentes de energía renovables**.	BL3.3. Relacionar las actuaciones de los agentes sociales y políticos sobre el espacio geográfico con la necesidad de satisfacer las necesidades sociales básicas (alimentación, vivienda, desplazamiento y ocio) y seleccionar ejemplos de cómo esos comportamientos e **intereses tienen consecuencias ambientales y socio-económicas** en el contexto de una economía de mercado, para comprender mejor los procesos económicos y políticos más significativos. BL3.6. Estimar el grado de idoneidad de algunas políticas sociales, económicas o territoriales en cuanto a su capacidad para generar conflictos políticos, desigualdades sociales y **problemas medioambientales**, adoptando una actitud crítica y elaborar propuestas basadas en el respeto a los derechos humanos y el **desarrollo sostenible**.	BL3.3.2. Selecciona ejemplos próximos u obtenidos de los medios de comunicación sobre cómo las actuaciones e intereses de los agentes sociales y políticos sobre el espacio geográfico (agrario, turístico, industrial o comercial) tienen **consecuencias ambientales** y socio-económicas en el contexto de una economía de mercado, para comprender mejor los procesos económicos y políticos más significativos. BL3.6.1. Estima el grado de idoneidad de algunas políticas sociales, económicas o territoriales desarrolladas en España, Europa o a escala global en cuanto a su capacidad para generar conflictos políticos, desigualdades sociales y **problemas medioambientales**, adoptando una **actitud crítica**. BL3.6.2. Elabora propuestas basadas en el respeto a los derechos humanos y el **desarrollo sostenible** ante conflictos políticos, desigualdades sociales y **problemas medioambientales** contextualizadas en España, Europa o en otras regiones.	CSC CAA SIEE

Fuente: CONSELLERIA DE EDUCACIÓN (2015). Elaboración propia.

En la actualidad, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de Educación, en el currículo, la organización y objetivos y programas de cada etapa (JEFATURA DEL ESTADO, 2020). Esta nueva Ley de educación establece varios enfoques clave para adaptar el sistema educativo a los nuevos retos que se le presentan a la sociedad. Uno de estos enfoques es atender la importancia del desarrollo sostenible de acuerdo con los establecido en la Agenda 2030, y para ello, es imprescindible "*abordar la emergencia climática, de modo que el alumnado conozca qué consecuencias tienen nuestras acciones diarias en el planeta y generar, por consiguiente, empatía hacia su entorno natural y social*". En el artículo 33, relativo a los objetivos de Bachillerato se añade la letra "*o) Fomentar una actitud responsable y comprometida en la lucha contra*

el cambio climático y en la defensa del desarrollo sostenible". En el artículo 66, sobre los objetivos y principios para la educación de personas adultas, se añade la letra "*i) Desarrollar actitudes y adquirir conocimientos vinculados al desarrollo sostenible y a los efectos del cambio climático y las crisis ambientales, de salud o económicas y promover la salud y los hábitos saludables de alimentación, reduciendo el sedentarismo".* Hay que destacar que con la aprobación de esta ley el nuevo currículo encargado de homologar el sistema educativo español se centrará en las competencias. El currículo constará de ocho competencias, frente a las siete del actual, apareciendo una nueva competencia, en la cual se apela a la responsabilidad ciudadana y al compromiso con la sostenibilidad.

> "Competencia Ciudadana: es la habilidad de actuar como ciudadanos responsables y participar plenamente en la vida social y cívica, basándose en la comprensión de los conceptos y las estructuras sociales, económicas, jurídicas y políticas, así como en el conocimiento de los acontecimientos mundiales y el compromiso activo con la sostenibilidad y el logro de una ciudadanía mundial" (LA MONCLOA, 2021).

Experiencias didácticas

La educación constituye un elemento clave para la creación de capacidades adaptativas (PNACC, 2020). Motivo por el cual diferentes instituciones y universidades han realizado actividades relacionadas con la transferencia de conocimientos sobre los riesgos naturales y el cambio climático. Ejemplo de ello, son las publicaciones de libros, capítulos de libros, artículos de revista, artículos de prensa, conferencias, exposiciones, creación de paneles informativos temáticos, e incluso desarrollo de videojuegos que permiten abordar temas relacionados con el medio ambiente, el cambio climático o los riesgos naturales.

En la escala internacional, entre muchos otros ejemplos, se puede destacar la publicación del libro titulado "*El pequeño manual del cambio climático*" de NELLES; SERRER (2020) en Alemania. Se trata de una obra en la que los autores responden de una manera sencilla e ilustrativa los procesos, causas y consecuencias del cambio climático, sus consecuencias en las personas y en el medio ambiente, así como respuestas o propuestas de actuación para hacer frente a este proceso climático. Para ello, realizaron un libro ilustrativo, con una sólida base científica y con textos cortos que explican los puntos fundamentales del cambio climático, con el objetivo de hacer comprensible, al mayor número de personas, sus causas y consecuencias, motivando al compromiso con el medio ambiente y la protección del clima.

En el ámbito nacional, en lo que respecta a entidades públicas, destacar ejemplos de formas de comunicación sobre el cambio climático y los riesgos naturales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). La AEMET ha propuesto una nueva forma de comunicar el cambio climático, señalando la necesidad de transmitir sobre todo hechos constatados, y menos, las proyecciones futuras, para tratar de concienciar a la sociedad sobre que el cambio climático es un proceso real y actual (AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2019). Esta rueda de prensa tuvo una gran repercusión mediática en España, tal como señala ReCambia (grupo de la Facultad de Comunicación de la Universidad de Sevilla dedicado a investigar la comunicación del cambio climático), como cuando se publicó el informe especial del IPCC sobre las consecuencias de un calentamiento de 1,5º C (DEL CAMPO HERNÁNDEZ, 2021). Otra forma de fomentar la educación y la comunicación del cambio climático se produjo con la publicación del informe sobre el estado del clima en España de 2019. Asimismo, la AEMET hace un uso adecuado de comunicación sobre cuestiones ambientales, climáticas y meteorológicas, a través de las redes sociales (Twitter, Instagram, Facebook, Telegram, Youtube…), en las que se destaca que el empleo de *hastags* favorece el debate y la agrupación de contenidos con un tema, además de las indicaciones de la OMM; y de otras acciones como la prensa, la radio, televisión e internet.

El IGME, desde el año 2013-2020, desarrolla un programa de educación no formal denominado “Venero Claro-Agua”, dirigido a niños, niñas y preadolescentes, orientado a concienciar a la población infantil de la importancia de la prevención de los desastres naturales, en concreto, las inundaciones. Las actuaciones consisten en actividades formativas diversas (juegos grupales, concursos, charlas, manejos de instrumental, videojuegos…), que se llevan a cabo con grupos de niños que participan en los campamentos estivales en la Colonia infantil “Venero Claro” (Fundación Ávila), situada en plena sierra de Gredos, a orillas del río Alberche, en el término municipal de Navaluenga (provincia de Ávila) (DÍEZ-HERRERO *et al.*, 2020). En lo referente a los videojuegos, DÍEZ-HERRERO *et al.* (2020) utilizan el famoso videojuego llamado *Minecraft*, que se trata de un videojuego de tipo creativo, es decir, permite crear paisajes y relieves a partir de elementos de construcción. Este videojuego puede ser utilizado de forma divulgativa en el ocio, tiempo libre y en la enseñanza formal y no formal, como ya es usado en diversos centros educativos de todo el mundo, incluido nuestro país. En este caso, los autores han reconstruido el paisaje donde se ubica la Colonia infantil “Venero Claro”, con las construcciones existente, y realizan una simulación del comportamiento del agua en caso de crecida o avenida del río Alberche, obteniendo como resultado las zonas inundables de ese espacio, así como las infraestructuras afectadas por la crecida.

Se trata de un programa de educación mediante un videojuego en el que pueden participar un gran número de personas que, en este caso tratan las cuestiones referidas a las inundaciones. El *Minecraft* ofrece infinitas posibilidades para recrear diferentes riesgos naturales (atmosféricos y terrestres), como inundaciones, incendios forestales, desertificación, contaminación, entre otros, relacionados con el cambio climático y sus efectos. Asimismo, también se puede enfocar en diferentes ámbitos de trabajo, como al clima y la climatología, los tipos de tiempo, el desarrollo sostenible, la economía circular, la infraestructura verde y azul, la apuesta por energías renovables con la instalación de placas solares, turbinas eólicas o energía hidráulica; el fomento de la agricultura (ecológica), la ganadería, las conservación de espacio naturales, repoblación forestal, entre muchas otras posibilidades; que evidencian que los videojuegos pueden cumplir a la perfección las tareas divulgativas y de concienciación sobre todas estas cuestiones.

En el ámbito de la academia, la inexistencia de una línea de investigación sólida sobre la enseñanza del cambio climático desde la Didáctica de la Geografía y las Ciencias Sociales en España es un indicio de la necesidad existente en cuanto a la producción científica sobre la didáctica del cambio climático. Recientes trabajos realizados por MOROTE; OLCINA; HERNÁNDEZ (2022), MOROTE SEGUIDO; HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ (2020b) y MOROTE SEGUIDO (2019b) ponen de manifiesto la situación en la que se encuentra la didáctica de la geografía en lo relativo al cambio climático y los riesgos naturales en la enseñanza universitaria, y se hace patente la necesidad de reforzar dicha materia en las etapas de enseñanza obligatoria. De dicha necesidad surgen varias publicaciones que centran su análisis en cómo se explica el cambio climático en los manuales de ciencias sociales en las etapas educativas de primaria (MOROTE; OLCINA, 2021; MOROTE SEGUIDO, 2019a; MOROTE SEGUIDO; OLCINA CANTOS, 2020) y secundaria (NAVARRO DÍAZ; MORENO FERNÁNDEZ; RIVERO GARCÍA, 2020; SERANTES-PAZOS, 2015), donde en la mayoría de las veces predomina la falta de rigor científico. Las propuestas didácticas desde la disciplina geográfica tratan la cuestión del cambio climático desde la perspectiva de los riesgos naturales, como factor que aumenta la vulnerabilidad, manifestando la gran importancia que tienen las salidas de campo para comprender e interpretar un territorio concreto (MOROTE SEGUIDO; HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, 2020a; MOROTE SEGUIDO; PÉREZ MORALES, 2019; MOROTE SEGUIDO; MOLTÓ MANTERO, 2017; MOROTE SEGUIDO; SOUTO GONZÁLEZ, 2020).

En cambio, son más numerosas las experiencias didácticas que abordan la crisis climática desde la didáctica de las Ciencias Naturales como la Biología y Geología, y la Física y Química. Son abundantes las propuestas con realización de experiencias prácticas de laboratorio para los diferentes niveles

de la educación secundaria como las expuestas por SÓÑORA; RODRÍGUEZ-RUIBAL; TROITIÑO (2009) entre las que se encuentran: la representación de forma sencilla de las corrientes de convención, comprobar el efecto regular de la temperatura del agua, simular el efecto invernadero y el deshielo de los polos o calcular la huella de carbono del centro educativo. Esta última puede abarcar un curso escolar completo y ser desarrollado como proyecto de investigación por el alumnado de ESO (MARTÍN DÍAZ, 2009). También se pueden abordar experiencias concretas de laboratorio como la elaboración de un sumidero de CO^2 (BORONAT GIL; GÓMEZ TENA; LÓPEZ PÉREZ, 2018). De igual manera, existen propuestas de actividades en el aula con el manejo de datos científicos, empleando imágenes de los modelos matemáticos extraídas del quinto informe del IPCC (DOMÈNECH CASAL, 2014) o interpretando mapas de las corrientes oceánicas y observando datos para relacionar y establecer relaciones causales (MATA BARDALLO; RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ, 2019).

Por otro lado, la reciente publicación de GÓMEZ TRIGUEROS (2020) pone de relieve el empleo de las TIC's para la enseñanza del cambio climático, en una intervención didáctica en el Grado de Educación Primaria en la Universidad de Alicante, para la formación de futuros maestros dentro de un marco interdisciplinar.

Desde el auge de la pandemia de la COVID-19, las universidades, han hecho una apuesta decida sobre la transición hacia la digitalización, internet se ha convertido en la primera fuente de información en una sociedad audiovisual, digital e intercomunicada (PICÓ GARCÉS, 2021), con un enorme impacto positivo (FECYT, 2019). En este sentido, las universidades han asumido su rol de instituciones de carácter científico para llevar a cabo actividades relacionadas con el cambio climático y sus efectos. Motivo por el cual, la Confederación de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) firma la iniciativa mundial de los centros de educación superior sobre el estado de emergencia, el 27 de septiembre de 2019, en el que señalan que su papel como institución es clave para hacer frente al cambio climático y que, para ello, se debe preparar a los jóvenes con los conocimientos y habilidades necesarios para poder responder ante el gran reto del siglo XXI (PICÓ GARCÉS, 2021). Por tanto, las universidades se comprometen a materializar tres acciones: 1) movilización de recursos para la investigación y técnicas aplicadas y dedicadas al cambio climático; 2) conseguir una huella cero de carbono en el año 2030 o en 2050 como muy tarde; 3) el apoyo a la creación de programas de educación ambiental y sostenibilidad en los campus, siguiendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Como ejemplo de estas cuestiones, la Universistat de Jaume I (Castellón, Comunidad Valenciana, España), ha sido pionera en el fomento de la innovación de la comunicación científica institucional en el ámbito del cambio climático

(PICÓ GARCÉS, 2021). Esto se debe a una serie de iniciativas interesantes, en la cual conviene destacar, la puesta en marcha del *Living Lab* Planeta Debug Videojuegos, conocimiento, serendipia y cocreación en el puzle del cambio climático en septiembre de 2019, con el apoyo de la Fundación Daniel y Nina Carasso (PICÓ GARCÉS, 2021). Con la iniciativa Ágora Digital se avanzó en la cultura del youtuber y del videojuego en la comunicación científica, basados en narrativas para difundir conceptos científicos y áreas de conocimiento para promover vocaciones científicas e intereses ambientales. Para ello, se han elaborado una serie de videojuegos con la finalidad de comprender los desafíos contemporáneos como los retos que afectan a la sociedad, el cambio climático, la destrucción de ecosistemas, la escasez de recursos, la despoblación rural, entre otros. Esta propuesta es denominada Planeta Debug que integra varias acciones científicas, artísticas y sociales para favorecer cambios sociales y crear conciencia ciudadana ante los actuales retos ambientales. Algunas de estas líneas se encuentran en fase de diseño, como la formación del profesorado de primaria y secundaria que, a su vez, integren el diseño de videojuegos contra el cambio climático en sus clases. El trabajo es realizado por nueve grupos de investigación que han realizado estudios y experimentos asociados a esta materia, con los alumnos de tercer grado, para que desarrollen videojuegos centrados en las temáticas ambientales y el cambio climático. Hasta la fecha, se han realizado nueve videojuegos, centrados en la lucha contra la contaminación, la mejora de la salud y la eficiencia energética, a través de diversas dinámicas del juego (PICÓ GARCÉS, 2021).

Propuestas de enseñanza del clima, de cambio climático y de los extremos atmosféricos: propuestas desde el Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante

El Laboratorio de Climatología se crea en el año 1983 como una unidad de investigación dentro del Instituto Interuniversitario de Geografía de la Universidad de Alicante. Dentro de sus muchos cometidos, estuvo desde un primer momento la divulgación y enseñanza de la ciencia geográfica y el clima, tanto dentro como fuera del ámbito universitario, sobre todo haciendo hincapié en dar a conocer la riqueza climática de la provincia de Alicante. En un primer momento, esa enseñanza se basaba casi exclusivamente en publicaciones académicas realizadas por los numerosos investigadores que han pasado por el laboratorio. Algunos de estos trabajos son auténticas referencias para entender y comprender el clima de la provincia y los distintos fenómenos meteorológicos que tienen lugar en este territorio. Además, las instalaciones contaban con una

gran cantidad de material para poder realizar mediciones analógicas propias que, posteriormente, fueron utilizadas en estudios y trabajos. En MOROTE SEGUIDO (2016) se puede conocer todos los distintos aparatos de medición y análisis que se utilizaban, desde pluviómetros y psicrómetros, hasta una antena receptora de imágenes Meteosat Segunda Generación. Sin embargo, con el paso del tiempo, y la llegada de las nuevas tecnologías, parte de ese material dejó de utilizarse y fue sustituido por estaciones meteorológicas digitales que reportaban de forma automática los distintos parámetros.

En la actualidad, el trabajo de divulgación del Laboratorio de Climatología sigue gozando de una gran actividad y se ha convertido en unos de los referentes de la Universidad de Alicante a la hora de mostrar al público la labor científica que realiza esta institución. Además, resulta un atractivo para colegios, institutos e incluso personal de la propia Universidad, que suelen realizar visitas guiadas por las instalaciones acompañadas por los propios investigadores (Figura 1) que trabajan en sus dependencias (MOROTE SEGUIDO, 2015). También participa de forma activa en los numerosos foros y actividades científicas que se llevan a cabo en el ámbito universitario. No obstante, si por algo se caracteriza el Laboratorio de Climatología es por su labor de divulgación científica en redes sociales[7], siendo reconocida incluso a nivel nacional por su capacidad para explicar esta ciencia, así como la meteorología, el cambio climático y los peligros atmosféricos que afectan al litoral mediterráneo y a la provincia de Alicante, de forma didáctica y sencilla, para ello, cuenta con un canal de YouTube[8]. Actualmente, la suma de los seguidores de las redes sociales en las que está presente el laboratorio supera los 80.000, y en eventos meteorológicos de gran impacto el alcance de las publicaciones puede llegar a millones de personas, incluyendo a medios de comunicación de otros continentes, lo que da una idea de la gran repercusión que tienen estas labores de divulgación. Todo ello sin dejar de lado su producción investigadora, con la publicación de estudios y manuales. Muchas son las iniciativas que se han llevado a cabo, ya sea de forma conjunta con otros departamentos de la universidad o de fuera de ella, como de forma individual para la enseñanza y la divulgación del clima, la meteorología, el cambio climático y la geografía. Dentro de este apartado se van a poner de relieve dos de ellas, el Museo del Clima en Beniarrés (Alicante) y la exposición “Tiempo, clima, riesgos y cambio climático en el territorio alicantino”.

Fuente: Salesianos Alicante. <https://www.facebook.com/SalesianosALC/?ref=page_internal>.

Figura 1. Visita de alumnado de secundaria al Laboratorio de Climatología.

En 2011, gracias a la iniciativa del alcalde de la localidad de Beniarrés y al impulso de varios profesores del Departamento de Análisis Regional y Geografía Física de la Universidad de Alicante se inaugura el Museo del Clima en Beniarrés, un pequeño municipio de poco más de 1.000 habitantes ubicado en el norte de la provincia de Alicante (en la comarca del Condado de Cocentaina). Se trata de una exposición única a nivel nacional, con varias salas con distintos recursos de gran interés que muestran distintos aspectos de esta ciencia, como queda recogido por Morote Seguido y Moltó Mantero (2017). Algunos de ellos serían la presencia de material para que niños y niñas puedan crear su propio mapa del tiempo, la visualización de varios videos explicativos y la disposición de paneles divulgativos con distintas temáticas (Figura 2). Además, el Laboratorio de Climatología dotó al museo de varios instrumentos para la exposición que habían usados años atrás para la toma de datos. Más allá del atractivo turístico que supone para la población, el museo se ha erigido como un lugar de interés para centros educativos, con visitas de escolares de primaria, secundaria e incluso universitarios. De hecho, se proponen una serie de experimentos y actividades a distintos niveles para completar la experiencia. Otro aspecto que es necesario destacar y que tiene al Museo como telón de fondo es la celebración anual del Encuentro de Aficionados a la Meteorología. Se trata de una jornada donde se realizan varias conferencias, mesas redondas y charlas, en torno a la climatología y meteorología, con divulgadores de primer nivel, que atraen a amantes de estas ciencias tanto de la provincia de Alicante, como de territorios aledaños.

Fuente: Samuel Biener.

Figura 2. Paneles dispuestos en el Museo del Clima de Beniarrés.

Otras de las novedades recientes en las instalaciones del Laboratorio de Climatología es la ampliación de las instalaciones del observatorio meteorológico situado en los jardines del campus de la Universidad de Alicante (Figura 3). En otoño de 2017 se añadió una estación meteorológica automática y una torreta meteorológica con sensores para medir la velocidad y la fuerza del viento, así como un pluviómetro manual de tipo Hellmann, con capacidad para hasta 200 mm. Este observatorio cumple los requisitos establecidos por la OMM, y el objeto principal de este proceso de renovación fue analizar y estudiar las diferencias de temperatura entre el observatorio de la azotea del Instituto Universitario de Geografía de la UA para corroborar las diferencias de temperatura existentes entre un entorno semiurbano y otro más natural, arrojando diferencias sorprendentes y significativas en apenas 300 metros, que servirá en un futuro inminente para desarrollar nuevos análisis y estudios.

Fuente: Samuel Biener.

Figura 3. Estado actual del observatorio de los jardines del campus de la UA, tras la ampliación de 2017.

Por otro lado, una de las últimas iniciativas llevadas a cabo por el Laboratorio de Climatología ha sido la exposición “Tiempo, clima, riesgos y cambio climático en el territorio alicantino” inserta dentro de la muestra “Clima y biodiversidad en un mundo cambiante. Una visión desde la UA”, llevada a cabo en colaboración con la Oficina Ecocampus y el Servicio de Cultura de la Universidad de Alicante. La exposición consta de un total de 7 paneles explicativos con información en ambas lenguas vehiculares (Castellano y Valencià). Los textos fueron realizados por el personal investigador del Laboratorio de Climatología, mientras que parte de las fotos fueron cedidas por seguidores de los perfiles de redes sociales. Para la selección de los distintos conceptos expuestos se optó por combinar términos más generalistas, con elementos más característicos del clima de la provincia. Además, hay un panel destinado exclusivamente a divulgar las proyecciones y las evidencias del cambio climático en Alicante (Figura 4), mientras que otro resume los dos eventos meteorológicos más trascendentales de los últimos años en la zona, como son el temporal marítimo asociado a la borrasca Gloria, ocurrido en enero de 2020 y la gota fría sufrida en septiembre de 2019 (Figura 5).

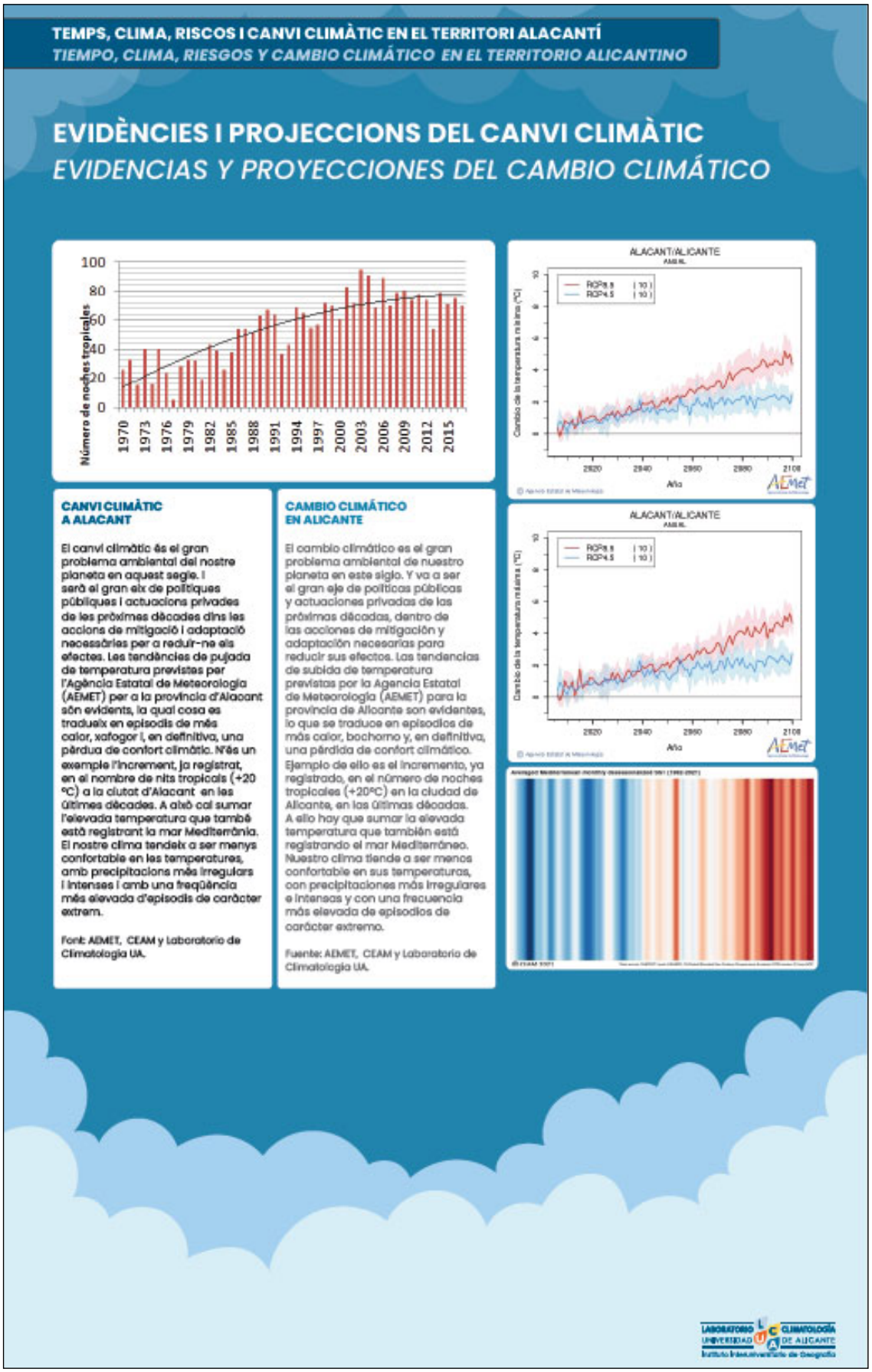


Figura 4. Panel "Evidencias y proyecciones del cambio climático".

Figura 5. Panel "La fuerza del viento: borrasca Gloria" y "Lluvias sin control. Inundaciones".

Desde la dirección del Laboratorio de Climatología y del Instituto Interuniversitario de Geografía se consideró oportuno instalar en el Laboratorio los paneles que componen la exposición. En la actualidad, disponemos de este nuevo recurso didáctico para la enseñanza y divulgación científica en las visitas guiadas por las dependencias (Figura 6), y se trabaja en su ampliación añadiendo aspectos relacionados con los medios de comunicación y los riesgos naturales de origen atmosférico, aspectos esenciales del tiempo en la provincia, redes de observación meteorológica y una explicación de las mareas atmosféricas que se producen en el Mediterráneo. En un futuro se pretende que esta exposición pueda formar parte del Catálogo de Exposiciones Itinerantes del Servicio de Cultura de la Universidad de Alicante, y pueda ser llevada a los centros educativos para el conocimiento del alumnado y se organicen actividades relacionadas con ella.

Figura 6. Paneles alojados en las paredes del Laboratorio de Climatología. Fuente: Instituto Interuniversitario de Geografía.

Otra de las actividades de divulgación en la que participa el Laboratorio es la *European Researchers' Night* en el que se pretende mostrar la importancia y el impacto que tiene la ciencia en el día a día de las personas. Se trata de un proyecto de divulgación científica promovido y financiado por la Comisión Europea como parte de las acciones Marie Sklodowska-Curie del programa Horizonte 2020. Organismos científicos de todos los países europeos crean iniciativas durante esa noche encaminadas a divulgar de forma creativa y para todos los públicos distintas materias científicas. En la edición del año 2021, España fue el segundo país con más proyectos e iniciativas llevadas a cabo dentro de este programa.

Uno de ellos fue La Noche Mediterránea de las Investigadoras, más conocida como, *Mednight*, donde entidades ligadas a la investigación y divulgación de cinco países mediterráneos (España, Italia, Grecia, Malta y Chipre), realizaron distintas iniciativas durante varios meses, ligadas a múltiples temáticas y disciplinas de la ciencia. Uno de los organismos que colaboraron dentro de este proyecto fue la Universidad de Alicante. Durante 5 días el Vicerrectorado de Transferencia, Innovación y Divulgación Científica de esta institución creó una agenda de actividades donde participaron muchos de los departamentos académicos de varias facultades. El Laboratorio de Climatología tuvo la oportunidad de participar en este evento coordinando la actividad "Observación del tiempo y procesamiento de datos climáticos"[9]. Dicha iniciativa tenía como fin mostrar la labor que han realizado los observadores meteorológicos a lo largo de la historia, cómo ha evolucionado la toma de datos y cómo puede servir para crear modelos meteorológicos que nos ayudan a predecir el tiempo. Esta actividad se dividió en dos partes, por un lado, se realizó un video donde los investigadores del laboratorio expusieron la labor que ha tenido y tiene esta unidad, mostrando las instalaciones, así, como parte del instrumental y del archivo meteorológico con el que cuentan. Por otro, durante una mañana, se realizaron visitas guiadas, en las que participaron tanto personal de la universidad como externo, en el que pudieron comprobar el funcionamiento de los distintos aparatos, la evolución de la observación meteorológica en la ciudad de Alicante, que cuenta ya con un siglo, y se dieron conocer muchas curiosidades sobre la climatología y meteorología que son desconocidas para el público en general.

Conclusiones

La geografía se ha postulado a lo largo de la historia como la ciencia capaz de dar explicación a la interrelación del ser humano con el territorio. El resultado de estas interacciones, donde las sociedades han sido protagonistas de la transformación y ocupación de espacios caracterizados por su peligrosidad, ha dado lugar a la creación del concepto sociedades del riesgo. Este concepto da cuenta de la importancia que ha adquirido a lo largo de la historia la concienciación sobre los riesgos naturales, y que en la actualidad se ve potenciada por el proceso de cambio climático.

Por tanto, surge la necesidad de llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje en materia de cambio climático y riesgos naturales basado en la rigurosidad científica. Para ello, se dispone de los informes elaborados por el IPCC, donde la educación ha ido ganando un mayor peso como tarea de concienciación y sensibilización a la ciudadanía desde 1990 hasta la actualidad. En el contexto nacional, la aprobación de la Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética

supone un punto de partida para el tratamiento del cambio climático en el sistema educativo general y regional.

A partir de esta investigación se puede indagar acerca de la necesidad de abordar la temática del cambio climático en los niveles de secundaria y bachillerato, con el objetivo de crear conciencia sobre este problema global, que es el principal reto social del siglo XXI. Para tal fin, se han analizado las propuestas bibliográficas existentes que abordan la cuestión del cambio climático en el aula, existiendo un amplio consenso sobre la necesidad de que esta temática se aborde con mayor rigor científico. Algunos ejemplos sobre ello son las publicaciones realizadas por Martínez Fernández; Olcina Cantos (2019) y Nelles; Serrer (2020) encaminadas a la enseñanza-aprendizaje del cambio climático a partir de la evidencia científica.

En cuanto a la presencia de la temática del cambio climático en las materias de Geografía e Historia para la ESO y Geografía en Bachillerato a nivel estatal, sólo aparece de forma explícita en el *Bloque 3. La diversidad climática y la vegetación* en Bachillerato. En cambio, en el caso de la Comunidad Valenciana se ha identificado que el currículo no contempla el cambio climático de manera explícita en los primeros niveles de ESO, solo se considera en el *Bloque 8 "Los desafíos del siglo XXI: cambios geopolíticos, globalización y crisis ambiental"* de 4º ESO, cuando en realidad en este curso predomina en su totalidad la enseñanza de la historia. Por tanto, se realiza la propuesta de incluir los contenidos relativos a esta temática en 3º ESO, nivel educativo en el que la enseñanza de la Geografía es exclusiva y donde se debería abordar con mayor detalle dichos contenidos.

Además, es de vital importancia establecer un nuevo horizonte en la enseñanza, enmarcada en la Agenda 2030 y el desarrollo de los ODS (NACIONES UNIDAS. ASAMBLEA GENERAL, 2015), como herramienta para crear conciencia, cambiar actitudes y formar a la sociedad del futuro.

En este sentido otros países ya han desarrollado iniciativas a la hora de enmarcar el cambio climático en el aula. Por ejemplo, en Reino Unido se han incorporado profesores especialistas sobre cambio climático en Educación Primaria y Secundaria, los cuales están acreditados por Naciones Unidas (MOROTE SEGUIDO; OLCINA CANTOS, 2020, p. 173) mientras que en Italia va a incluir (o ha incluido) esta temática en la educación (BUSTOS, 2020). Sin embargo, el traslado de la temática del cambio climático al aula debe tratarse a partir de una serie de premisas, que eviten el acercamiento al catastrofismo y a la formulación de teorías sensacionalistas. Para ello, es necesario educar no solo a los estudiantes, sino a la población en general, evitando la propagación de *fake news* y la desinformación por parte de los distintos medios de comunicación. La aparición del movimiento juvenil *Friday For Future* supuso un paso adelante por parte de este grupo de población para implicarse y participar en la defensa del

planeta y en la lucha del cambio climático, ya que son ellos los que van a heredar las iniciativas que se lleven a cabo en la actualidad. Por lo tanto, es importante el papel que juegan las instituciones académicas en cuanto a la divulgación de la ciencia se refiere. En este caso, el Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante es, actualmente, uno de los máximos representantes nacionales en la divulgación de la meteorología, el cambio climático y los peligros atmosféricos. Prueba de ello son las numerosas iniciativas en las que participa, desde charlas y conferencias, hasta la realización de visitas guiadas por sus instalaciones, favoreciendo así la transferencia de conocimiento entre la universidad y los centros de educación secundaria. Muchas de estas actividades trascienden más allá del ámbito académico y están destinadas a enseñar y dar a conocer estas materias desde un punto de vista cercano, con un lenguaje más coloquial, pero sin la pérdida de rigor científico que le caracteriza. Las redes sociales, son en la actualidad los principales medios de información, de ahí que la divulgación y enseñanza a través de ellas sea muy importante, sobre todo a la hora de contribuir a crear una sociedad con más cultura y conciencia ambiental.

Finalmente, cabe advertir que, tras la reciente aprobación de la Ley Orgánica 3/2020 (JEFATURA DEL ESTADO, 2020), es necesario revisar el tratamiento sobre la temática del cambio climático currículo de Geografía e Historia, para realizar un planteamiento con mayor rigor científico, que ayude a conseguir el objetivo de alcanzar una educación para el desarrollo sostenible y el cumplimiento de los ODS.

Notas

6 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1994).
7 Perfiles de redes sociales del Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante: Twitter (@climatologia_ua), Facebook (https://www.facebook.com/labclimaUA/) e Instagram (@climatologia_ua).
8 Laboratorio de Climatología-UA: Disponible en: < https://www.youtube.com/c/LaboratoriodeClimatolog%C3%ADaUA>.
9 Video divulgativo de la actividad “Observación del tiempo y procesamiento de datos climáticos” organizada por el Laboratorio de Climatología (https://www.youtube.com/watch?v=x3Kf2syFsVA).

Referencias

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA. **Efectos del Cambio Climático en España**. [*s. l.*], 27 mar. 2019. Disponible en: <http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos_del_cambio_climatico_en_espanha>. Accedido en: 25 feb. 2022.

BARROWS, Harlan H. Geography as human ecology. **Annals of the Association of American Geographers**, [*s. l.*], vol. 13, n.º 1, p. 1-14, 1923. Disponible en:

<https://doi.org/10.1080/00045602309356882>.

BECK, U. **Risk Society:** Towards a New Modernity. London: SAGE, 1986.

BORONAT GIL, Raquel; GÓMEZ TENA, Margarita; LÓPEZ PÉREZ, José Pedro. Diseño experimental de un sumidero de CO2 y sus implicaciones en el cambio climático. Una experiencia de trabajo con alumnos en el laboratorio de Educación Secundaria. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias**, [*s. l.*], vol. 15, n.º 1, p. 1202, 2018. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6236804&orden=0&info=link>.

BURTON, I; KATES, R. W.; WHITE, G. F. **The Environment as Hazard**. 2ª Editioned. New York-London: The Guilford Press, 1993.

BUSTOS, Waleska. **La educación sobre el cambio climático será obligatoria en Italia**. Bioguia, [*s. l.*], 2020. Disponible en: <https://www.bioguia.com/ambiente/italia-educacion-cambio-climatico_50509185.html>.. Accedido en: 21 nov. 2020.

CONSELLERIA DE EDUCACIÓN, Cultura y Deporte. **DECRETO 87/2015**, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, [*s. l.*], n.º 7544, 10 de junio, p. 17437-18582, 2015. Disponible en: <http://www.gva.es/downloads/publicados/2015_5410.pdf>.

DEL CAMPO HERNÁNDEZ, R. La comunicación del cambio climático desde AEMET. *En*: ROMERO, Joan; OLCINA, Jorge (eds.). **Cambio climático en el mediterráneo. Procesos, riesgos y políticas.** Valencia, España: Tirant Humanidades, 2021. p. 143-154.

DÍEZ-HERRERO, A *et al.* Programa de educación infantil en el riesgo de inundaciones «Venero Claro-Agua» (Ávila). *En*: LÓPEZ-ORTIZ, María Inmaculada; MELGAREJO MORENO, Joaquín (eds.). **Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes**. Alicante: Universidad de Alicante, 2020. p. 1191-1199.

DOMÈNECH CASAL, Jordi. Contextos de indagación y controversias sociocientíficas para la enseñanza del Cambio Climático. **Enseñanza de las ciencias de la tierra:** Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, [*s. l.*], vol. 22, n.º 3, p. 287-296, 2014.

FECYT. **Percepción social de la ciencia y la tecnología 2018**. Fundacióned. [*S. l.: s. n.*], 2019.

GÓMEZ TRIGUEROS, Isabel María. El cambio climático y la enseñanza interdisciplinar: una propuesta didáctica al reto educativo del siglo XXI. *En*: GÓMEZ CANTERO, Jonathan *et al.* (eds.). **The climate crisis in Mediterranean Europe:** cross-border and multidisciplinary issues on climate change. Lago, Italy: Il Sileno Edizioni, 2020. vol. 3, p. 163-181.

IPCC. **Cambio climático 2014:** Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental

de Expertos sobre el Cambio Climático (Equipo principal de Redacción, R K Pachauri, & L A Meyer, Eds.). Ginebra, Suiza: [*s. n.*], 2014.

IPCC. **Climate Change.** The IPCC Response Strategies. [*S. l.: s. n.*], 1990. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar1/wg3/>.

IPCC. **Climate Change 1995.** Impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. New York y Oakleigh: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1995. Disponible en: <https://doi.org/10.7551/mitpress/9178.003.0005>.

IPCC. **Climate Change 2001:** Impacts, Adaptation and Vulnerability (James J. McCarthy et al., Eds.). Cambridge (UK): [*s. n.*], 2001. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg2/>.

IPCC. **Climate Change 2007:** Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter- governmental Panel on Climate Change (L.A. Meyer [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, Ed.). Cambridge (UK) and New York (USA): Cambridge University Press, 2007. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg3/>.

IPCC. **Climate Change 2021:** The Physical Science Basis. [*S. l.: s. n.*], 2021. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/.

IPCC. **Climate Change 2022.** Impacts, Adaptation and Vulnerability. [*S. l.: s. n.*], 2022. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.

IPCC. **Global Warming of 1.5°C.** An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change (and T. Waterfield Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, Ed.). [*S. l.: s. n.*], 2018.

JEFATURA DEL ESTADO. **Ley 7/2021**, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. Boletín Oficial del Estado, [*s. l.*], n.º 121, 21 de mayo, p. 62009-62052, 2021. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7>.

JEFATURA DEL ESTADO. **Ley Orgánica 3/2020**, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, [*s. l.*], n.º 340, 30 de diciembre, p. 122868-122953, 2020. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>.

LA MONCLOA. **El nuevo currículo homologa el sistema educativo español con la vanguardia internacional al centrarse en competencias**. La Moncloa, [*s. l.*], 2021. Disponible en: <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/educacion/Paginas/2021/260321-curriculo.aspx>. Accedido en: 24 feb. 2022.

MARTÍN DÍAZ, M. Cambio climático y consumo energético en un instituto de educación secundaria. **Enseñanza de las ciencias:** revista de investigación y experiencias didácticas, [*s. l.*], p. 2125-2128, 2009. Disponible en: <https://

dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6905776&orden=0&info=link>.

MARTÍN VIDE, Javier. Conceptos previos y conceptos nuevos en el estudio del cambio climático reciente. **Investigaciones Geográficas**, [*s. l.*], n.º 49, p. 51-63, 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/ingeo2009.49.03>.

MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, Luis Carlos; OLCINA CANTOS, Jorge. La enseñanza escolar del tiempo atmosférico y del clima en España: currículo educativo y propuestas didácticas. **Anales de Geografía de la Universidad Complutense**, [*s. l.*], vol. 39, n.º 1, p. 125-148, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.5209/aguc.64680>.

MATA BARDALLO, Sofía; RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ, Samuel. El cambio climático en el aula: un nuevo desafío educativo. **Alambique:** Didáctica de las ciencias experimentales, [*s. l.*], n.º 98, p. 28-34, 2019. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=7125649

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, Cultura y Deporte. **Real Decreto 1105/2014**, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, [*s. l.*], n.º 3, 3 de enero, p. 169-546, 2015.

MITECO. **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030** (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), Ed.). Madrid: [*s. n.*], 2020. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf>.

MOROTE, Álvaro-Francisco; OLCINA, Jorge; HERNÁNDEZ, María. Teaching Atmospheric Hazards in the Climate ChangeContext—Environmental Didactic Proposals in the Mediterranean Region for Secondary Schools. **Environments**, [*s. l.*], vol. 9, n.º 2, p. 29, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/environments9020029>.

MOROTE, Álvaro-francisco; OLCINA, Jorge. Cambio climático y sostenibilidad en la Educación Primaria. Problemática y soluciones que proponen los manuales escolares de Ciencias Sociales. **Sostenibilidad:** económica, social y ambiental, [*s. l.*], n.º 3, p. 25-43, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/Sostenibilidad2021.3.02>.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro-Francisco. El laboratorio de climatología de la Universidad de Alicante. Enseñanza, divulgación e investigación de la Geografía. *En*: SEBASTIÁ ALCARAZ, Rafael; TONDA MONLLOR, Emilia María (eds.). **Investigar para innovar en la enseñanza de la geografía**. [*S. l.*]: Grupo de Didáctica de Geografía. Asociación de Geógrafos Españoles, 2015. p. 267-280.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro-Francisco; HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, María. Enseñanza-aprendizaje sobre el cambio climático y los riesgos naturales. Una aproximación desde la Didáctica de la Geografía. *En*: ROIG-VILA, Rosabel (Coord.) *et al.* (eds.). **Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria. Volumen 2020**. [*S. l.*]: Instituto de Ciencias de la Educación,

2020a. p. 95-103.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro-Francisco; HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, María. La formación y percepción sobre el riesgo de inundación. Una exploración a partir de las representaciones sociales del futuro profesorado de educación primaria. *En*: LÓPEZ ORTIZ, María Inmaculada; MERGAREJO MORENO, Joaquín (eds.). **Riesgo de inundación en España:** análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes. Orihuela: Universidad de Alicante, 2020b. p. 1143-1152. *E-book*.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro-Francisco; OLCINA CANTOS, Jorge. Riesgos atmosféricos y cambio climático: propuestas didácticas para la región mediterránea en la enseñanza secundaria. **Investigaciones Geográficas**, [*s. l.*], p. 1-26, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/ingeo.18510>.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro-Francisco; PÉREZ MORALES, Alfredo. La comprensión del riesgo de inundación a través del trabajo de campo: una experiencia didáctica en San Vicente del Raspeig (Alicante, España). **Vegueta:** Anuario de la Facultad de Geografía e Historia, [*s. l.*], n.º 19, p. 609-631, 2019.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro Francisco. El laboratorio de climatología de la universidad de Alicante. Enseñanza, divulgación e investiación de la geografía. *En*: SEBASTIÁ ALCARAZ, Rafael; TONDA MONLLOR, Emilia María (eds.). **La investigación e innovación en la enseñanza de la Geogafía**. San Vicente del Raspeig: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2016. p. 275-289.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro Francisco. La enseñanza del cambio climático en la Educación Primaria. Exploración a partir de las representaciones sociales del futuro profesorado y los manuales escolares de Ciencias Sociales. **ENSAYOS,** Revista de la Facultad de Educación de Albacete, [*s. l.*], vol. 34, n.º 2, p. 213-228, 2019a. Disponible en: <http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos>.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro Francisco. Percepción de los futuros maestros de primaria sobre el riesgo de inundación. La geografía como herramienta para lograr una sociedad más resiliente al cambio climático. **Papeles de Geografía**, [*s. l.*], n.º 65, p. 67-88, 2019b. Disponible en: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6018/geografia.366341>.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro Francisco; MOLTÓ MANTERO, Enrique. El Museo del Clima de Beniarrés (Alicante). Propuesta de un recurso didáctico para la enseñanza de la Climatología. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, [*s. l.*], vol. 4379, n.º 32, p. 109, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.7203/dces.32.9624>.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro Francisco; OLCINA CANTOS, Jorge. El estudio del cambio climático en la Educación Primaria: una exploración a partir de los manuales escolares de Ciencias Sociales de la Comunidad Valenciana. **Cuadernos Geograficos**, [*s. l.*], vol. 59, n.º 3, p. 158-177, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i3.11792>.

MOROTE SEGUIDO, Álvaro Francisco; SOUTO GONZÁLEZ, Xosé Manuel.

Educar para convivir con el riesgo de inundación. **Estudios geográficos**, [*s. l.*], vol. 81, n.º 288, p. 1-14, 2020. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/estgeogr.202051.031>.

NACIONES UNIDAS. ASAMBLEA GENERAL. **Resolución A/RES/70/1** Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. [*s. l.*], n.º 25 de septiembre de 2015, p. 40, 2015. Disponible en: <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>.

NAVARRO DÍAZ, Miriam; MORENO FERNÁNDEZ, Olga; RIVERO GARCÍA, Ana. El cambio climático en los libros de texto de educación secundaria obligatoria. **Revista mexicana de investigación educativa**, [*s. l.*], vol. 25, n.º 87, p. 957-985, 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=7604721>.

NELLES, David; SERRER, Christian. **El pequeño manual del cambio climático**. Grijalboed. [*S. l.: s. n.*], 2020.

OLCINA CANTOS, Jorge. La enseñanza del tiempo atmosférico y del clima en los niveles educativos no uni-versitarios. Propuestas didácticas. *En*: SEBASTIÁ, Rafael; TONDA, Emilia (eds.). **Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI**. Alicante: Universidad de Alicante, 2017. p. 119-148.

PICÓ GARCÉS, Mª. J. Innovar la comunicación del cambio climático desde la universidad pública. *En*: ROMERO, Joan; OLCINA, Jorge (eds.). **Cambio climático en el mediterráneo.** Procesos, riesgos y políticas**.** Valencia, España: Tirant Humanidades, 2021. p. 155-175.

SAURÍ I PUJOL, David. Tendencias recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales. **Areas Revista Internacional de Ciencias Sociales**, [*s. l.*], vol. 0, n.º 23, p. 17-30, 2003.

SERANTES-PAZOS, Araceli. Como abordan o Cambio Climático os libros de texto da Ensinanza Secundaria Obligatoria na España. **AmbientalMENTEsustentable:** Revista científica galego-lusófona de educación ambiental, [*s. l.*], n.º 20, p. 249-262, 2015. Disponible en: <https://doi.org/10.17979/ams.2015.2.20.1609.1603>.

SÓÑORA, Francisco; RODRÍGUEZ-RUIBAL, Mª Mercedes; TROITIÑO, Raquel. Un modelo activo de educación ambiental: prácticas sobre cambio climático. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, [*s. l.*], vol. 17, n.º 2, p. 196-206, 2009.

TONDA-MONLLOR, Emilia-María; SEBASTIÁ-ALCARAZ, Rafael. Las dificultades en el aprendizaje de los conceptos de tiempo atmosférico y clima: la elaboración e interpretación de climogramas. **Revista de educación de la Universidad de Granada**, [*s. l.*], n.º 16, p. 47-69, 2003.

WEF, World Economic Forum. **The Global Risks Report 2021:** 16th Edition. [*S. l.: s. n.*], 2021. *E-book*.

ESPAÇO, MÍDIA E SOCIEDADE: O ENSINO DE GEOGRAFIA E A FORMAÇÃO CRÍTICA – REFLEXÕES A PARTIR DAS QUESTÕES SOCIOAMBIENTAL E SOCIOCULTURAL

SPACE, MEDIA AND SOCIETY: TEACHING GEOGRAPHY AND CRITICAL TRAINING - REFLECTIONS FROM SOCIO-ENVIRONMENTAL AND SOCIO-CULTURAL ISSUES

Wellington dos Santos Figueiredo[1]
Antônio Francisco Magnoni[2]

"Toda sociedade, toda cultura criam, inventam, instituem uma determinada ideia do que seja a natureza. Nesse sentido, o conceito de natureza não é natural, sendo na verdade criado e instituído pelos homens. Constitui um dos pilares através do qual os homens erguem as suas relações sociais, sua produção material e espiritual, enfim a sua cultura. Dessa forma é fundamental que reflitamos e analisemos como foi e como é concebida a natureza na nossa sociedade, o que tem servido como um dos suportes para o modo como produzimos e vivemos, que tantos problemas nos tem causado e contra o qual constituímos o movimento ecológico."
Carlos Walter Porto-Gonçalves, *Os (des)caminhos do meio ambiente*, p. 23-24.

Geografia, Educação e Natureza

À educação escolar é atribuída o importante papel de conferir sentidos e significados aos fluxos contínuos de informações e saberes atualizados, que são necessários à vida individual das pessoas oriundas das diversas camadas populacionais existentes em cada sociedade contemporânea. As práticas de ensino dos sistemas escolares asseguram aos alunos as principais ferramentas da alfabetização, que são constituídas pela capacidade de aprender a escrever,

1 Pós-doutorando em Comunicação (UNESP-Bauru). Doutor em Mídia e Tecnologia (UNESP-Bauru). Mestre em Comunicação (UNESP-Bauru). Bacharel e Licenciado em Geografia. Licenciado em Pedagogia. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru – SP e do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica. Professor da Escola Técnica Estadual "Astor de Mattos Carvalho", Cabrália Paulista-SP (Centro Paula Souza). E-mail: wellington.figueiredo@uol.com.br.
2 Pós-Doutor pela Universidad Nacional de Quilmes, em Indústrias Culturais: análise do projeto Brasil-Argentina de implantação da plataforma nipo-brasileira de TV Digital. Doutorado em Educação pela Faculdade de Filosofia e Ciências (FFC-UNESP de Marília, SP). Docente do Programa de Pós-graduação em Mídia e Tecnologia (PPGMIT), Mestrado Profissional e Doutorado Acadêmico, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação-FAAC/UNESP de Bauru. Docente do Departamento de Comunicação Social da FAAC-UNESP e leciona no Curso de Jornalismo, as disciplinas Jornalismo Radiofônico e Projetos Experimentais. Lidera o grupo de pesquisa inscrito no CNPq, Grupo GEMS - Games, Educação, Mídia e Sentido e participa do LECOTEC-Laboratório de Estudos em Comunicação, Tecnologias e Educação Cidadã. E-mail: afmagnoni@faac.unesp.br.

ler, calcular, e a interpretar devidamente diversas modalidades de informações, inclusive os conteúdos audiovisuais que na atualidade mediatizada, superam as divulgações escritas. Os processos didático-pedagógicos alfabetizadores e formadores culturais também estão empenhados em promover entre os alunos algumas capacidades mais refinadas de decodificação, reflexão e análise interpretativa de informações eruditas e conhecimentos e publicações científicas apresentados em acervos bibliográficos de ensino e pesquisas.

Na atualidade, a capacidade formadora das escolas ultrapassa o universo meramente pedagógico e, praticamente, molda (para o bem e para o mal) toda a existência de cada egresso das salas de aula dos diversos níveis educacionais. Os aprendizados escolares devidamente ministrados possibilitam aos estudantes o domínio de repertórios mais atualizados e precisos, para que eles consigam interpretar e interagir com as várias modalidades de linguagens e conteúdos informativos que estão presentes nos materiais e processos didáticos apresentados em salas de aula, ou nas informações que regem as relações da vida cotidiana. O ensino escolar também permite aos indivíduos devidamente alfabetizados ir além dos horizontes pedagógicos – eles adquirem capacidade para interpretação e apropriação dos diversos tipos de informações que permeiam as relações sociais e laborais, repertórios também oriundos de mensagens e conteúdos informativos, publicitários e de entretenimento, que são continuamente difundidos pelos meios massivos de comunicação.

No âmbito da educação escolar, a complexidade e a diversidade das sociedades e das relações coletivas contemporâneas têm exigido de professores e dos alunos, a constante atualização das formas de ensinar e de aprender os conteúdos didáticos de todas as áreas de conhecimento que constituem os currículos e as disciplinas escolares. Assim, o papel essencial das escolas nas sociedades atuais deve ser o de viabilizar o acesso e apropriação social cada vez mais universalizada das ferramentas intelectuais que são fundamentais para a participação ativa das pessoas na vida cotidiana; assegurar que os indivíduos sejam capacitados e com habilidades pertinentes aos requisitos existenciais de sua época.

Cabe aqui relembrar: a longeva arte de escrever e de interpretar as informações e conhecimentos escritos se desenvolveu muito antes dos sistemas escolares. Entre várias civilizações da antiguidade houve a criação e a disseminação de sistemas de escrita. Diversos povos de culturas mais evoluídas desenvolveram gradualmente sistemas de comunicação escrita e, também, foram aprendendo a utilizar e produzir vários tipos de suportes e instrumentos para registrar e difundir mensagens escritas e pictóricas. Até o início da era moderna, o domínio da escrita e da leitura entre as populações de diversas sociedades era uma habilidade reservada à uma minoria de indivíduos originários de

grupos sociais mais elevados, ou de pessoas que estavam alocados em postos estratégicos para os estamentos que detinham as estruturas de poder. Saber escrever e ler era considerado um privilégio reservado à alguns membros das elites. A situação milenar de predomínio do analfabetismo começou a mudar no mundo eurocêntrico no período "renascentista" e, na era contemporânea, quase seria revertida completamente entre a maioria das sociedades.

No mundo ocidental, a escola, tal qual a conhecemos, foi o grande legado das primeiras sociedades modernas. A criação de sistemas coletivos de ensino bancados pelos governos é recente e foi fruto, principalmente, da luta sindical e política dos trabalhadores mobilizados desde o início das sociedades urbano-industriais. O industrialismo caracterizou-se, principalmente, por incorporar em seu trajeto histórico-temporal uma profusão de novos conhecimentos e tecnologias, que foram sendo desenvolvidas e adotadas pelas diversas sociedades. As evoluções técnicas e culturais se intensificam no período contemporâneo com a progressão e diversificação industrial, que passou a projetar entre as sociedades contemporâneas, novas necessidades materiais, laborais, educacionais e crescentes demandas simbólicas.

Na atualidade, o ensino abrangente e crítico é essencial para a alfabetização das crianças e dos adultos que não tiveram acesso às redes escolares, além de ser vital para a ampla formação e profissionalização dos jovens. Uma das grandes tarefas dos atuais sistemas públicos de ensino é disseminar o conhecimento geográfico, repertório fundamental para propiciar uma boa formação aos indivíduos. A nova concepção assertiva da Geografia fortaleceu-se quando os desafios impostos pelas transformações do meio técnico-científico-informacional promoveram uma revolução nas formas como se processa entre as sociedades a circulação de ideias, informações e bens materiais e imateriais, que influem simultaneamente sobre o que é local, regional e global. No âmbito da educação escolar, essa situação tem implicado em cada vez mais novas e distintas formas críticas de aprender e ensinar o pensamento geográfico-histórico-cultural sob a égide de uma visão organizada e articulada do mundo.

> Com efeito, sabe-se que, diferentemente dos outros animais, que se adaptam à realidade natural tendo sua existência garantida naturalmente, o homem necessita produzir continuamente sua própria existência. Para tanto, em lugar de se adaptar à natureza, ele tem que adaptar a natureza a si, isto é, transformá-la. E isto é feito pelo trabalho. (...) Para sobreviver o homem necessita extrair da natureza, ativa e intencionalmente, os meios de sua subsistência. Ao fazer isso ele inicia o processo de transformação da natureza, criando um mundo humano (o mundo da cultura). (SAVIANI, 2000, p. 15)

Na Geografia, o foco tem como ponto de partida a relação homem-natureza, iluminando as atividades humanas na face da Terra (CARLOS, 2019). Segundo Moreira (2004), a natureza é História, já que a História do homem é vinculada diretamente à transformação da natureza. A concepção de natureza contém uma quantidade significativa de processos humanos. “O desenvolvimento do capitalismo e sua reprodução ampliada pressupõem conflitos ambientais e sociais, conflitos geográficos, portanto” (BOMBARDI, 2019, p. 202). Os problemas e as devastações ambientais causadas pelo homem no processo de construção e reconstrução de espaços geográficos, não se configuram somente de ordem ecológica, mas fundamentalmente política, econômica e cultural. Afinal, decorrem, sobretudo, do modo como às sociedades se apropriam da natureza e usam, destinam e transformam os seus recursos naturais. Haesbaert e Porto-Gonçalves (2006, p. 107) refletem que “o antropocentrismo não é, simplesmente, o homem o homem como espécie biológica – *homo sapiens sapiens* – dominando a natureza, mas a dominação de alguns homens sobre outros homens para que possam dominar a natureza”.

O homem age na natureza de acordo com os seus padrões de sobrevivência, de valores culturais, de interesses políticos e econômicos presentes nas sociedades humanas. Assim sendo, a degradação ambiental está intimamente ligada ao modelo de desenvolvimento humano, político econômico adotado por uma sociedade.

> Hoje, mais do que nunca, considerando o imenso avanço tecnológico que potencializou o poder destrutivo da sociedade frente ao meio físico terrestre, coloca-se a questão de até onde seguiremos com esse processo de destruição dos biomas, das coberturas pedológicas, dos sistemas hidrológicos, das formas de relevo e das paisagens originais, e aquelas que incluem as formas tradicionais de uso do solo. Nesse sentido, a Geografia tem um papel central no trabalho de expansão da consciência humana sobre o problema da destruição em massa da vida na Terra. (COLANGELO, 2019, 191)

A natureza integra a espiral dialética da qual o homem é inseparável. O homem faz parte da natureza e, simultaneamente, a natureza é indissociável da vida humana. Dessa forma, o mundo natural e sua relação com a existência do homem são dependentes da cultura, das formas idealizadas e das práticas humanas diante da relação perene entre sociedades-natureza.

> Quando se exclui do ensino esse elemento histórico e se apresenta a técnica como algo indispensável à vida, mas separando-a do contexto, o que se está fazendo, na realidade, é esconder dos alunos a história do presente que determina uma forma particular de uso da técnica, e não outra, deixando assim, de mostrar aos alunos que essa não é a forma única de seu uso.
>
> Quando, também, páginas e páginas referem-se à educação ambiental, o que se está propondo é uma educação ambiental enviesada, uma forma de reducionismo, substituindo a expressão "meio geográfico" pela expressão "meio ambiente". Quando escrevo "meio ambiente", posso estar excluindo ou fragmentando a História, propondo uma História parcializada ou desconectando a inteireza do processo histórico ao apresentar uma natureza existindo fora da sociedade. No começo da História humana, a sociedade era contida pela natureza. Hoje, não! A natureza é contida pela sociedade. Por conseguinte, é enganoso o ensino de educação ambiental que escamoteia o fato de que, a cada momento, é a sociedade em movimento que dá valor a cada pedaço da natureza. (SANTOS, 2001, p. 06)

Para Porto-Gonçalves (1990, p. 23), o conceito de "natureza não é natural", uma vez que é "criado e instituído pelo homem". Portanto, a concepção de natureza é algo constituído e construído no âmbito sociocultural, histórico, político, econômico e espacial. A natureza se define, em nossa sociedade, por "aquilo que se opõe à cultura e esta é tomada como algo superior e que conseguiu controlar e dominar a natureza" (PORTO-GONÇALVES, 1990, p. 26-27). Ou seja, é tudo aquilo que tem característica natural e que não apresenta intervenção antrópica. Dessa forma, as concepções de natureza têm mostrado uma relação de interesse social dos diversos grupos humanos.

"O estudo da relação entre sociedade e natureza é uma questão central para pensamento geográfico" (MARQUES, 2019, p. 176). Para Moreira (2012, p. 105), "... toda questão ambiental é uma questão de modelo de geografia da saúde, geografia do saneamento, geografia do lazer, geografia da água tratada, geografia da habitação, de intervenção mobilizada na orientação do modo de arranjo do espaço". A elaboração das concepções e conceitos que se constitui em natureza é uma elaboração social. Discursos sobre a natureza são discursos políticos. A questão ambiental é, antes de tudo, uma questão social bastante influenciada pelas relações cotidianas e os diversos tipos de interesses econômicos. Assim, há a indissociabilidade entre conflito social e conflito ambiental.

É crucial para a análise e interpretação do contexto atual regido pelo chamado meio técnico-científico-informacional, a conscientização socioambiental coletiva, articulada com uma educação geográfica atualizada, crítica e voltada à

formulação de propostas e estudos no sentido de tornar possível o saber escolar vinculado aos interesses concretos da sociedade. Essa conscientização só é possível quando o conhecimento sobre o espaço geográfico se torna condição indispensável para se tornar o mundo inteligível. Na era contemporânea, mais do que a educação escolar, os meios de comunicação de massa são os principais responsáveis pela divulgação e a influenciação coletiva dos assuntos e acontecimentos relevantes de qualquer natureza, seja em escala local, nacional e internacional. O jornalismo comercial aborda, frequente e genericamente, as principais temáticas de domínio e interesse da ciência geográfica, afinal, são assuntos que atraem amplo interesse das audiências midiáticas.

Entretanto, a maioria das coberturas escritas e audiovisuais apresentadas em muitas matérias e reportagens trazem informações parciais e equivocadas. São abordagens superficiais e com enfoques e objetivos direcionados que reforçam as visões e os interesses dominantes sobre os territórios, sobre os ecossistemas e os espaços que os abrigam. Predominam as informações comerciais que mascaram os diversos tipos de conflitos que se desenrolam nos cenários geográficos, sejam brasileiros, do continente americano, ou em qualquer região do planeta. As redes privadas de televisão constituem no Brasil um aparato dominante de comunicação praticamente desregulado e, que ainda influencia fortemente a maioria da população, mesmo que cultura de consumo mediático venha mudando acentuadamente entre as gerações mais jovens. A superficialidade informativa prospera nas redes sociais, uma foto com uma breve descrição é interpretada como uma informação completa, a maioria dos atuais consumidores mediáticos estão habituados a resumida interpretação visual de imagens legendadas. Entretanto, os antigos veículos de radiodifusão seguem liderando a abrangência geográfica e populacional, após quase três décadas do início da internet comercial no País, menos de um terço da população tem acesso permanente às conexões fixas e móveis, mesmo em um contexto de forte avanço do teletrabalho, cuja recente pandemia de COVID-19 deu forte impulso ao trabalho remoto, uma modalidade laboral ainda bastante precária e desregulamentada. O fato é que a cultura da audiência está mudando acentuadamente. Na atualidade das redes sociais, uma foto com uma breve descrição é interpretada como boa informação, a maioria dos atuais consumidores midiáticos estão habituados a resumida interpretação visual, então uma imagem legendada lhes transmite a errônea sensação de que tiveram acesso à uma informação detalhada.

> A TV capta, expressa e constantemente atualiza representações de uma comunidade nacional imaginária. Longe de prover interpretações consensuais, ela fornece um repertório comum por meio do qual

> pessoas de classes sociais, gerações, sexo e regiões diferentes se posicionam, se situam umas em relação às outras. Ao tornar um repertório comum acessível a cidadãos mais diversos, a TV sinaliza a possibilidade, ainda que sempre adiada, da integração plena. Ela como que alimenta cotidianamente uma disputa simbólica, uma corrida pelo domínio das informações necessárias, um jogo de inclusão e exclusão social. A televisão oferece a difusão de informações acessíveis a todos sem distinção de pertencimento social, classe social ou região geográfica. Ao fazê-lo, ela torna disponíveis repertórios anteriormente da alçada privilegiada de certas instituições socializadoras tradicionais como a escola, a família, a Igreja, o partido político, a agência estatal. (SCHWARCZ; NOVAIS, 1998, p. 441-442)

Diante de um cenário social fortemente midiatizado os sistemas educacionais, principalmente as redes de escolas públicas, seguem como ferramentas de ensino essenciais para a disseminação de conhecimentos atualizados e críticos sobre Geografia, História, as línguas e as culturas nacionais, entre outras áreas disciplinares estratégicas para a formação escolar, tanto sociocultural quanto profissional. Ao definir os objetivos da Educação, Saviani (1996, p. 35) o faz a partir da relação Educação-Sociedade, apresentando como questão central do processo educativo a sua teleologia, ou seja, a finalidade da Educação. Ele questiona: “que sentido terá a Educação se não estiver voltada à promoção do homem?”

No âmbito da educação escolar, a Geografia enquanto campo de conhecimento pedagógico e científico, detêm enorme potencial para a formação abrangente dos indivíduos e a disseminação coletiva dos valores de uma cidadania inclusiva e democrática. Os saberes geográficos atualizados e críticos são estratégicos porque permitem que as pessoas compreendam os processos naturais, sociais, econômicos, políticos, demográficos, tecnológicos, ambientais e históricos, referenciais que auxiliam a analisar a produção dos diferentes espaços e territórios geográficos e socioculturais. Dentro da complexidade perene apresentada pelo mundo, a Geografia agrega em seu corpo teórico, contextualização, investigação, problematização, interpretação, divulgação e valorização interdisciplinar dos saberes humanos.

A Geografia escolar atualizada e crítica desponta no âmbito das instituições de ensino enquanto disciplina, como ferramenta essencial para preparar os alunos para a leitura, compreensão e a ampla capacidade de intervenção adequada nos espaços geográficos. É um conhecimento sempre essencial pois é fundamentado no estudo da construção histórico-cultural realizada pelas sociedades de diversos períodos históricos, em espaços e ambientes em que

as suas populações se fixaram. Os espaços geográficos resultam das contínuas relações humanas, vivenciais e produtivas, são construções coletivas feitas pelos povos em todas as épocas, um instrumento cultural moldado para lidar com os fenômenos e os legados da natureza.

Entretanto, o poder formador dos conhecimentos geográficos é bastante dependente dos sistemas políticos e econômicos, das concepções ideológicas de governos locais, estaduais e federal. No Brasil, desde a redemocratização demarcada pela promulgação da Constituição de 1988, persistem o descumprimento das leis e normas que orientam as políticas educacionais de Estado. É por conta da persistência da desigualdade socioeconômica e cultural, que a bandeira de universalização e melhoria da escola pública continua na lista de reivindicações dos movimentos docentes, do alunado do ensino fundamental, médio e universitário e dos setores da sociedade civil mais politizados e organizados.

No momento atual, em que o País é gerido por um presidente e por uma maioria de governadores, de prefeitos, de parlamentares das Assembleias Legislativas e do Congresso Nacional com posições autoritárias e neoliberais, os aparatos públicos de educação, saúde e cultura estão sendo dilapidados e já não conseguem atender satisfatoriamente as necessidades imediatas das camadas sociais trabalhadoras e pobres, que constituem a maioria da população brasileira. Afinal, a criação e a manutenção dos aparatos escolares públicos e gratuitos, e de outros serviços sociais essenciais, são medidas político-administrativas estratégicas para garantir, em parâmetros administráveis, a coesão e o desenvolvimento do tecido social em um Estado-nação democrático e inclusivo. Nenhum país consegue manter-se autônomo e desenvolvido sem dispor do dinamismo e da solidez das estruturas de produção material e simbólica que sustentam a economia interna e, que também suprem de modo diferenciado, as necessidades fundamentais das classes que convivem no seu território, em diversos espaços socioprodutivos.

A escola e o movimento político-cultural, tanto erudito quanto popular, estimularam desde o Renascimento o trabalho abstrato como tarefa social abrangente, estratégica e de significado cada vez mais valioso. A escola tornou-se a instância decisiva “dessa materialidade” da educação, que se traduz nos processos de socialização, de “hominização” das crianças, da preparação dos jovens para a vida adulta socioprodutiva. Mesmo encravada em um território em permanente litígio, as instituições escolares agem como apaziguadora dos conflitos sociais e como agentes de superação das diferenças entre classes, indivíduos e camadas socioculturais.

Na concepção de Vale (1983),

> A educação é um concreto figurado, um todo, uma abstração concreta que apenas indica uma relação social entre aqueles que acreditam possuir a ciência, o conhecimento, o saber, a prática etc. e aqueles que em fase de crescimento e desenvolvimento, precisam absorver, de alguma forma, a cultura social acumulada pela humanidade. (...) A **prática educativa** entendida como **prática social geral** é um processo amplo que a sociedade utiliza como **meio instrumental** para influenciar as gerações ao longo da temporalidade. Em sentido amplo, a **práxis educativa** envolve inúmeras instituições sociais e inúmeros agentes educadores que exercem cada qual em sua esfera de atividade consciente uma **ação cultural** específica. (VALE, 1983, p. 130)

No Brasil, tanto a escola pública nacional e, também a universidade foram criadas tardiamente nos anos 1930, durante o governo de Getúlio Vargas. O fato de o Estado brasileiro começar apenas na terceira década do século passado, a estruturar um sistema público de ensino ressalta a falta de preocupação das classes dominantes em propiciar ao povo trabalhador um sistema de ensino oficial universal e gratuito. Portanto, o Estado brasileiro só assumiu parcialmente a sua obrigação política passado mais de um século da independência do País e, mais de 40 anos após a Proclamação da República. E até os anos 1960, o ensino público foi reservado para a formação dos filhos da classe média, a pequena burguesia que fornecia a maioria dos quadros profissionais para o funcionalismo público, para o comércio e a indústria nascente. Ironicamente, foi a ditadura militar durante a década de 1970, quem iniciou a universalização das escolas públicas brasileiras. Porém, os ditadores conseguiram garantir o acesso escolar à maioria dos filhos das classes trabalhadoras urbanas e rurais, mas foram esvaziando as escolas da qualidade e dos conteúdos estratégicos, dos repertórios necessários para uma formação educacional emancipadora, tanto dos indivíduos, quanto da coletividade.

O final da ditadura foi selado pelo “acordão” das elites que havia rejeitado as eleições diretas e, em um “colégio eleitoral” votado por deputados e senadores elegeu Tancredo Neves para presidência da república, encerrando os 21 anos de “governantes fardados”. Em 1988, a aprovação da “Nova Constituição Cidadã” não pôs um final imediato nos legados autoritários nos sistemas educacionais. Ainda levaria quase uma década para que os resquícios ditatoriais fossem removidos e houvesse uma reconfiguração mais avançada da educação pública brasileira. A nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional foi sancionada

em 20 de dezembro de 1996 e, significou avanço considerável em relação às legislações retrógradas que, por quase três décadas, conduziram os sistemas educacionais brasileiros. A aprovação da nova LDB foi, em grande parte, êxito político das lutas mantidas pelo Fórum Nacional em Defesa da Escola Pública. Entretanto, a Lei de Diretrizes e Bases não estabeleceu um prazo para estruturar um Sistema Nacional de Educação com a finalidade de articular organicamente os sistemas de ensino federal, estadual e municipal e estabelecer vínculos didático-pedagógicos entre os diferentes níveis de ensino público. Tais limitações políticas e conceituais da LDB dificultaram a execução efetiva de um Plano Nacional de Educação autenticamente universal e democrático, mesmo em governos progressistas como foram as gestões de Lula e Dilma Rousseff.

No Brasil de hoje, além de ser preciso gerar mais de dois milhões de novos empregos por ano para absorver os jovens que entram em idade de trabalho, é indispensável assegurar a qualificação contínua dos novos trabalhadores, para que eles possam ser absorvidos pelo mercado produtivo formal. Ainda, há o desafio de amenizar a apartação social e a marginalização de milhões de outros trabalhadores sem formação que permanecem alijados do mercado formal de trabalho. Para que os excluídos possam desenvolver atividades (individuais ou coletivas) e autossustentáveis de geração de renda, necessitam adquirir conhecimentos e habilitações sobre novas possibilidades de trabalho material e cultural.

Acesso constante às fontes de informação atualizadas, aquisição contínua de conhecimentos gerais e específicos, formação profissional polivalente e habilidades flexíveis de trabalho: são algumas das exigências pessoais que a ordem vigente, produtiva e econômica, impõe aos trabalhadores. Tais exigências os habilita para vender a sua força laboral em ambientes industriais, de prestação de serviços, de produção cultural e de atividades educacionais. Todas as atividades produtivas, materiais ou intelectuais, a cada dia estão mais concorridas ou "racionalizadas" pelos múltiplos recursos de automatização propiciados pelas tecnologias digitais interconectadas.

A ênfase excessiva em relação ao valor social e econômico da educação se justifica nestes tempos desfavoráveis em que o maior objetivo dos trabalhadores é conseguir colocação remunerada, sem muitas vezes poder reivindicar salário condigno e cumprimento dos direitos laborais. Para quem trabalha, a qualificação de que dispõe tem valor econômico imediato e vital. Mas, a Educação é o instrumento para a conquista dos objetivos individuais e sociais diretos e indiretos, é a ferramenta mais abrangente para cumprir as finalidades formadoras de cidadãos.

A Educação, primeiramente, é portadora do direito universal à cultura erudita, sistematizada, científica, que exige rigor e organização. Se o novo modo de trabalho produtivo e imaterial ocorre, cada vez mais, em ambientes informáticos e com

ferramentas digitais, por consequência os que não têm acesso à nova realidade estão sendo rapidamente apartados da vida laboral e ficarão sem meios efetivos de sobrevivência. A velocidade das evoluções tecnológicas e as transformações socioeconômicas que elas acarretam reduzem ainda mais as possibilidades daqueles que não dominam as novas ferramentas informacionais. Para Saviani (1991), não há dúvidas de que a crise que atinge a instituição escolar é derivada da condição pós-moderna que se impõe atualmente às sociedades capitalistas.

Melhorar a qualidade e aumentar a oferta de educação demandam enormes investimentos públicos. Um sistema escolar de melhor qualidade passaria a requerer do aluno tempo, dedicação e recursos suficientes para poder frequentá-lo com regularidade e obter êxito no aprendizado. Como essas condições objetivas mínimas estão cada vez menos disponíveis para o aluno pobre, que é obrigado a trabalhar enquanto estuda, enquanto os governos improvisam cada vez mais sistemas de ensino remoto para atendê-los. A intenção é utilizar a modalidade não-presencial para atualizar professores, formar jovens para o trabalho e requalificar trabalhadores ativos e desempregados. Desde o governo de Michel Temer houve aceleração da desregulamentação econômica e trabalhista, a privatização do patrimônio estatal e os cortes nos investimentos públicos. São políticas regressivas que afetaram fortemente as camadas trabalhadoras e a classe média, que mesmo dispondo de maior escolaridade e mais chances de mobilidade social, passou a integrar o contingente de brasileiros desempregados e desocupados.

Se o novo modo de trabalho ocorre, cada vez mais, em ambientes informáticos e com ferramentas digitais, por consequência os que não têm acesso à uma formação para inseri-los na nova realidade profissional serão rapidamente apartados da vida produtiva e ficarão sem meios efetivos de sobrevivência. A velocidade das evoluções tecnológicas e as transformações socioeconômicas que elas acarretam reduzem ainda mais as possibilidades daqueles que não têm acesso a uma escolarização mediada pelos conhecimentos atualizados e pelas ferramentas informacionais presentes na maioria das atividades sociais cotidianas. A consequência imediata é o agravamento do subdesenvolvimento que transforma países inteiros em territórios com espaços majoritariamente opacos, como aponta Milton Santos (1997):

> A globalização leva à afirmação de um novo meio geográfico cuja produção é deliberada e que é tanto mais produtivo quanto for maior o seu conteúdo em ciência, tecnologia e informação. Esse meio técnico-científico-informacional dá-se em muitos lugares de forma extensa e contínua (Europa, Estados Unidos, Japão, parte da América Latina), enquanto em outros (África, Ásia, parte da América Latina) apenas pode-se

> manifestar como manchas ou pontos. Cria-se, desse modo, uma oposição entre espaços adaptados às exigências das ações econômicas, políticas e culturais características da globalização e outras áreas não dotadas dessas virtualidades, formando o que, imaginativamente, podemos chamar de espaços luminosos e espaços opacos. (SANTOS, 1997, p. 9)

O fenômeno informacional em curso motiva muitas interpretações derivadas de uma infinidade de tendências científicas e ideológicas, exatamente porque transforma a economia, o meio social e cultural, gera instabilidades de várias naturezas e põe em risco os pactos políticos nacionais e internacionais. Para Marx (2017), "o que diferencia umas épocas das outras não é *'o que se faz'*, mas sim *'como'*, com que meio se faz". Se a espécie humana tem sido sempre dependente de seus artifícios e artefatos, que são os seus instrumentos indispensáveis para produzir sua própria existência, em nenhum momento as sociedades haviam desenvolvido tecnologias tão potentes, polivalentes e contraditórias quanto são os meios informacionais. A informatização quase plena das tecnologias e ferramentas utilizadas nas atuais atividades produtivas, vivenciais e comunicativas é um marco decisivo, mas ainda não conclusivo, da atual etapa em que vive a sociedade. Hoje, as pessoas das diversas classes ou camadas socioeconômicas dependem, absolutamente, das ferramentas digitais para realizar tarefas laborais e produtivas. Elas propiciam a produção de uma imensidade de bens materiais e simbólicos, cujo consumo nutre indústrias, os mercados internos, o comércio internacional, Estados e governos. Também facultam a realização de uma infinidade de serviços indispensáveis para sustentar o funcionamento do atual modelo social, que segue derivado das concepções e estruturas urbanas-industriais de produção e desenvolvimento econômico e político-administrativo. Na atualidade, a tecnosfera digital possibilita quantias quase imensuráveis de bens imateriais circulantes, sejam com finalidades comerciais, educativas, técnico-científicas, culturais, artísticas, recreativas etc.

O espaço geográfico como construção social imanente da produção humana

> Quando estudamos um determinado país do ponto de vista da sua Economia Política, começamos por analisar a sua população, a divisão desta em classes, a cidade, o campo, o mar, os diferentes ramos da produção, a exportação e a importação, a produção e o consumo anuais, os preços das mercadorias etc.
>
> Parece correto começar pelo real e o concreto, pelo que se supõe efetivo; por exemplo, na economia, partir da população, que constitui a

> base e o sujeito do ato social da produção no seu conjunto. Contudo, a um exame mais atento, tal revela-se falso. A população é uma abstração quando, por exemplo, deixamos de lado as classes de que se compõe. Por sua vez, estas classes serão uma palavra oca se ignorarmos os elementos em que se baseiam, por exemplo, o trabalho assalariado, o capital etc. Estes últimos supõem a troca, a divisão do trabalho, os preços etc. O capital, por exemplo, não é nada sem o trabalho assalariado, sem o valor, sem o dinheiro, sem os preços etc.
> Por conseguinte, se começássemos simplesmente pela população, teríamos uma visão caótica do conjunto. Por uma análise cada vez mais precisa chegaríamos a representações cada vez mais simples; do concreto inicialmente representado passaríamos a abstrações progressivamente mais sutis até alcançarmos as determinações mais simples. Aqui chegados, teríamos que empreender a viagem de regresso até encontrarmos de novo a população – desta vez não teríamos uma ideia caótica de todo, mas uma rica totalidade com múltiplas determinações e relações. (MARX, 2008a, p. 257-258).

O pensamento de Karl Marx, que abre a cortina intelectual desta fração de texto, demonstra a abstração, ou seja, a opacidade conceitual quando o sujeito não se mune de elementos essenciais para a correta compreensão da complexidade, que repousa sobre as vigas que constituem a sociedade, corrói-se o pleno entendimento dos fatos. Ao margear atores e fatores que compõem a sociedade, as águas do entendimento transformam-se no pântano da alienação.

Os espaços construídos possuem dimensões materiais, concebidas e vividas. Harvey (2005) elaborou forte crítica com relação à falta de preocupação com o conceito de espaço nas Ciências Humanas e nas Ciências Sociais e argumenta que tanto a Geografia como o espaço não foram apropriadamente investigados e analisados. “A geografia histórica do capitalismo deve ser o objeto de nossa teorização enquanto o método de inquirição deve ser o materialismo histórico-geográfico” (HARVEY, 2005, p. 144).

A construção (estrutura, organização e movimentos) geográfica de uma sociedade é o resultado das práticas espaciais (LACOSTE, 1997).

> A construção do espaço é obra da sociedade em sua marcha histórica ininterrupta. Mas não basta dizer que o espaço é o resultado da acumulação do trabalho da sociedade global. Pode-se dizer isso e, ainda assim, trabalhar com uma noção abstrata de sociedade, onde não se leva em consideração o fato de que os homens se dividem em classes.

> A sociedade se transforma em espaço pela sua redistribuição sobre as formas geográficas, e isto ela o faz em benefício de alguns e em detrimento da maioria; ela também o faz para separar os homens entre si, atribuindo-lhes um pedaço de espaço segundo um valor comercial: e o espaço-mercadoria vai aos consumidores como uma função de seus agentes dessa obra, o lugar que cabe a cada um, seja como organizador da produção e donos dos meios de produção, seja como fornecedor de trabalho. (SANTOS, 2012, p. 261-262).

O espaço geográfico é, nesse sentido, o palco de atuação em que as sociedades se edificam e constroem a sua existência. Um produto da História. Um ato se sujeitos. Sua matéria-prima é a relação homem-meio (MOREIRA, 2012).

> Não há humanização do planeta sem uma apropriação intelectual dos lugares, sem uma elaboração mental dos dados da paisagem, enfim, sem uma valorização subjetiva do espaço. (...) A paisagem humana é o resultado de uma dialética entre matéria e ideia. (MORAES, 1988, p. 15-22).

O espaço geográfico é dinâmico, sendo reflexo das alterações e contradições expressas ao longo do tempo nas sociedades. Germina como produto saído da História, reproduzindo-se ao longo do tempo, em função das estratégias e virtualidades contidas em cada sociedade.

> A noção de prática socioespacial é derivada diretamente da noção de *práxis*, cujo debate na Filosofia ganha força no século XIX, inicialmente com Hegel e posteriormente com Marx. Assim, a *práxis* revela um debate sempre necessário na ciência, que é o questionamento permanente da relação entre teoria e prática. Nessa perspectiva, ela é desenvolvida com o propósito de buscar a superação da dicotomia entre teoria e prática, no sentido que Marx dá ao pensamento filosófico, em sua concepção da realização da Filosofia como realização não de um pensamento descolado da realidade, mas a própria realização do homem como apropriação do mundo humano criado ao longo da história.
>
> (...)
>
> A noção marxista de *práxis* é, então, a tentativa de superação da separação entre o pensamento e a ação, separação essa que se revela, na prática, como um fundamento importante para a reprodução das relações sociais.

> (...)
>
> Dessa forma, essa noção de *práxis* é a construção de um pensamento que situa o próprio pensamento no movimento do mundo, como produto da história e produtor da história, compreendido como um conhecimento construído a partir da ação, na prática. Nesse sentido, é um conhecimento que se substancia como consciência prática e prática consciente do mundo, da realidade em movimento e não especulação para e sobre os conteúdos da realidade. (PADUA, 2018, p. 35-36).

Posto isto, "o espaço pode ser considerado como *meio, teatro e objetivo (motivo)* da política externa" (ARON, 2002, p. 254).

> Partindo da premissa de que o processo de constituição da humanidade contempla a produção do espaço, chegamos à ideia segundo a qual a "produção do espaço" é condição, meio e produto da ação humana. Esse movimento triádico sugere que é através do espaço (e no espaço), que, ao longo do processo histórico, o homem produziu a si mesmo e o mundo como prática real e concreta. Objetiva em sua materialidade, tal prática permite a realização da existência humana através de variadas formas e modos de apropriação dos espaços-tempo da vida. Ao se realizar nesse processo, a vida revela a imanência da produção do espaço como movimento de realização do humano (de sua atividade). Com isso quero dizer que a relação do homem com a natureza não é de exterioridade, uma vez que a atividade humana tem uma relação prática com a natureza como reação e resposta, apoderando-se das coisas como construção de um mundo e de si mesmo em sua humanidade. Ao longo do processo histórico constituidor da humanidade, o espaço se encerra como uma das grandes produções humanas, superando sua condição de "continente". (CARLOS, 2015, p. 14).

Lacoste (1997), defende a existência de uma primazia casual das relações sociais sobre as relações espaciais, a qual e externaliza por meio de fatos como a desigualdade geográfica da acumulação capitalista, a divisão territorial do trabalho, a divisão do espaço urbano e a economia política urbana, regional, internacional. A organização e o sentido de espaço são, portanto, produto da atividade social.

> O movimento dialético entre forma e conteúdo, a que o espaço, soma dos dois, preside, é, igualmente, o movimento dialético do todo social, apreendido na e através da realidade geográfica. Cada localização

> é, pois, um momento do imenso movimento do mundo, apreendido em um ponto geográfico, um lugar. Por isso mesmo, cada lugar está sempre mudando de significação, graças ao movimento social: a cada instante as frações da sociedade que lhe cabem não são as mesmas. (SANTOS, 2014d, p. 13).

São as práticas espaciais que constroem a sociedade geograficamente criando a dialética de recíproca determinação em que a sociedade faz o espaço ao tempo que o espaço faz a sociedade (SANTOS, 2012).

> A formação espacial é, assim, o ente geográfico que inclui o marco político-territorial do Estado, a estrutura econômico-social da formação social e a diversidade cultural da nação num só amálgama geossocial, o todo de unidade social-natural/natural-social. (MOREIRA, 2016, p. 13).

Dialeticamente, a construção acontece a partir da relação homem-mundo, isto é, o homem tem diante de si o mundo, logo este é revelado enquanto paisagem e, posteriormente, enquanto lugar do sujeito; assim, a construção do conhecimento passa, obrigatoriamente, pela relação dialética materialidade-subjetividade (FIGUEIREDO, 2014).

Toda essa construção só é possível na categoria do espaço. Para Moreira (2007, 2012), o espaço geográfico é o espaço interdisciplinar da Geografia, constituindo-se em um elemento-chave para a compreensão desta ciência (CORRÊA, 1995); uma palavra-chave complexa (HARVEY, 2012); sendo o mais interdisciplinar dos objetos concretos (SANTOS, 2014c); e sua ênfase social ou humana é composta por múltiplos espaços (SANTOS, 2012); uma entidade de rico tratamento científico (MOREIRA, 2007, 2012); pois toda as teorias do espaço são teorias da sociedade, elaboradas a partir do espaço (PORTO-GONÇALVES, 2000); sendo o espaço o fundamento que fornece identidade à Geografia (CARLOS, 2019).

> A geografia deve trabalhar com uma noção de espaço que nele veja uma forma-conteúdo e considere os sistemas técnicos como uma união entre tempo e matéria, entre estabilidade e história. Desse modo, superaremos as dualidades que são, também, direta ou indiretamente, as matrizes da maior parte das ambiguidades do discurso e do método da geografia. (SANTOS, 2017, p. 279).

A paisagem física e o espaço simbólico e cultural humano serão os pontos de partida para a construção da análise conjuntural. A Geografia não deve explicar

o homem pelo contexto ou o contexto pelo homem apenas, mas como ambos se articulam, como estão justapostos no espaço e como transformam esse espaço uma vez que este está em constante modificação. (MASSEY, 2008).

> Se a geografia pretende interpretar o espaço humano como um fato histórico que ele é, somente a história da sociedade mundial aliada à da sociedade local, pode servir como fundamento à compreensão da realidade espacial e permite a sua transformação a serviço do homem, pois a história não se escreve fora do espaço e não há geografia a-espacial. (...) As diferenças entre lugares são o resultado do arranjo espacial dos modos de produção particulares onde os modos de produção tornam-se concretos sobre uma base territorial historicamente determinada. (SANTOS, 1979, p. 14).

Assim, "o espaço em si pode ser primordialmente dado, mas a organização e o sentido do espaço são produtos da translação, da transformação e da experiência sociais". (SOJA, 1993, p. 101).

> (...) o homem se apropria do mundo, por meio da apropriação de um espaço-tempo determinado, aquele da sua reprodução na sociedade.
> (...) o espaço produz-se e reproduz-se como materialidade indissociável da realização da vida, elemento constitutivo da identidade social. Ao reproduzir sua existência, a sociedade reproduz, continuamente, o espaço, portanto, se, de um lado, o espaço é um conceito abstrato, de outro tem uma dimensão real e concreta enquanto lugar de realização da vida humana que ocorre diferencialmente, no tempo e no lugar, ganhando materialidade através do território. (CARLOS, 2015, p. 14-15).

O espaço caracteriza-se, portanto, como um híbrido entre sistemas de objetos e ações (SANTOS, 2017). Essa concepção sustentada pelo ponto de vista científico refuta as abordagens compartimentadas em tentativas de compreender a sociedade e a natureza. Isso requer uma explicação conjunta da inserção dos objetos em uma série de eventos, sendo que a "sua existência geográfica é dada pelas relações sociais a que o objeto se subordina, e que determinam as relações sociais a que o objeto se subordina e as relações técnicas ou de vizinhança mantidas com outros objetos". (SANTOS, 2017, p. 102).

> A análise geográfica do mundo seria, portanto, aquela que caminharia na direção do desvendamento dos processos constitutivos da reprodução

> do espaço, uma vez que é no espaço que se pode ler as possibilidades concretas de realização da sociedade, bem como suas contradições.
> O plano da reprodução do espaço repõe constantemente as condições gerais a partir das quais se realiza o processo de reprodução do capital e de vida social, marcado pela desigualdade. A alienação permeia as relações sociais no mundo de hoje; se o mundo dos homens se reproduz como o mundo das coisas, das mercadorias, na consciência desse processo, surge a ideia de liberdade baseada na união de com o outro, na superação das relações sociais atomizadas que buscam o direito de participação numa sociedade de excluídos (fundamentada nas relações de dominação, nas quais o direito humano vincula-se à propriedade privada). O processo de humanização envolve uma contradição entre o desenvolvimento da desumanização-humanização do homem: ele se dá no exercício de superação da alienação e na busca da liberdade individual constituída a partir do nível genérico. (CARLOS, 2015, p. 20).

O espaço é o objeto da Geografia, não um objeto estanque e, sim, um campo investigativo o qual proporciona a esta ciência múltiplas respostas aos acontecimentos protagonizados e produzidos pelas sociedades no planeta.

> Sem dúvida, o espaço é formado de objetos; mas não são os objetos que determinam os objetos. É o espaço que determina os objetos: o espaço visto como um conjunto de objetos organizados segundo uma lógica e utilizados (acionados) segundo uma lógica. Essa lógica da instalação das coisas e da realização das ações se confunde com a lógica da história, à qual o espaço assegura a continuidade. (SANTOS, 2017, p. 40).

A produção do espaço envolve os momentos de produção e criação, fazendo do espaço, ao mesmo tempo e, dialeticamente, obra e produto: como produto da sociedade e obra de sua história.

> O espaço não é um objeto científico afastado de ideologia e da política; sempre foi político e estratégico. Se o espaço tem uma aparência de neutralidade e indiferença em relação a seus conteúdos e, desse modo, parece ser “puramente” formal, a epítome da abstração racional, é precisamente por ter sido ocupado e usado, e por já ter sido o foco de processos passados cujos vestígios nem sempre são evidentes na paisagem. O espaço foi formado e moldado a partir de elementos históricos e naturais, mas esse foi um processo político. O espaço é

> político e ideológico. É um produto literalmente repleto de ideologias. (LEFEBVRE apud SOJA, 1993, p. 102).

A existência humana é determinada pela espacialidade, e, portanto, nenhuma relação social externa-se materialmente fora de um espaço real e concreto. Nas práticas e possibilidades organizativas das sociedades humanas, a "espacialização da vida" humana se sobrepõe ao espaço geológico, aos ecossistemas e os tantos recursos que as regiões geográficas dispõem. Diante de uma vida social inevitavelmente especializada, a Educação Escolar desenvolvida pelos sistemas públicos de ensino-aprendizagem, torna-se um espaço didático-pedagógico essencial para que a Geografia se desenvolva continuamente como uma ciência estratégica. É preciso que a Ciência Geográfica seja devidamente ensinada para as novas gerações de cidadãos, para que elas tenham conhecimento e clareza das particularidades e da complexidade do espaço real, do espaço físico concreto e da espacialidade social, constituída pelas relações e atividades humanas, que incluem as técnicas e tecnologias, os potenciais naturais, as demandas produtivas, os aspectos econômicos, políticos-culturais e, também a degradação progressiva que as concepções e os modos de vida contemporâneos desencadeiam no espaço natural e social.

Escola e Máscaras Sociais

A "missão salvacionista" da escola tem sido o mote predileto dos educadores tradicionalistas, dos religiosos e políticos de diferentes vertentes, do patronato e dos formadores de opinião nos meios de comunicação. O argumento é bastante antigo, surrado e ideologizado, mas segue repercutindo fortemente em todas as camadas sociais. Tem até servido como cortina de fumaça para ocultar a verdadeira causa da extinção contínua de postos de trabalho urbano e rural, que é a automatização crescente de quase todos os sistemas produtivos. A pouca escolarização dos trabalhadores brasileiros tem sido o principal argumento para justificar os baixos salários pagos para a maioria das categorias "braçais" e até para explicar os altos índices de desemprego, que atinge primeiro e persiste por mais tempo, entre os setores "sem-educação".

> Esse embate no conjunto das relações sociais e no interior da escola na disputa pelo conhecimento historicamente produzido efetiva-se em condições objetivas e subjetivas dadas, com especificidade, no tempo e no espaço, em cada sociedade. E o conhecimento escolar que interessa à luta da classe trabalhadora produz-se dentro da dialética

> contraditória do velho e do novo. Nesse sentido, a escola pode desenvolver concepções de conhecimento que, em vez de desvelar a natureza das relações sociais da sociedade capitalista e seus efeitos nos processos de exploração e alienação e desigualdade social, mascaram. Concorre, assim, para a manutenção e reprodução de um tempo histórico marcado pela barbárie, no mundo e em espacial no Brasil. (SAVIANI; DUARTE, 2021, p. X)

Os setores dominantes sempre apontam a baixa escolaridade e a desatualização da formação como causas do despreparo dos aspirantes ao trabalho e da defasagem dos profissionais ativos, o que motivaria o crescimento das demissões entre os empregados nos momentos de modernização das indústrias. Durante as duas últimas décadas do século XX, o capitalismo binário neoliberal se firmou como a vertente econômico-produtiva muito mais complexa, contraditória e excludente, entre todos os ciclos da Modernidade Industrial.

Nesse período, o patronato tem usado e abusado dos artifícios teóricos, publicitários e psicológicos para justificar a sumária e lucrativa disposição de automatizar todas as atividades possíveis do fazer humano. O descarte contínuo dos trabalhadores acelera a desregulamentação trabalhista, que facilita as contratações temporárias e precárias com salários decrescentes.

A contradição se instala no âmago do sistema capitalista, que aumenta a violência institucional e física contra os “incapazes”, os apartados pela “reengenharia” do sistema dominante. Enquanto os trabalhadores perdem os seus empregos e renda, a burguesia “liberal” procura recuperar a força do antigo mito positivista de que a escolarização massiva e a formação profissional permanente são garantias de acesso dos indivíduos ao universo do trabalho e do consumo.

Numa crítica estritamente política, poder-se-ia afirmar que, ao acenar novamente com a possibilidade de educação para todos, a classe dominante global tenta atenuar, em curto prazo, a pressão social dos indivíduos desempregados, cujo número se avoluma continuamente, em decorrência das novas mudanças estruturais do capitalismo. A burguesia enfrenta os reflexos da pós-modernidade no ambiente da educação, como aponta Saviani (1991, p. 101): “a problemática da escola, enquanto forma de educação generalizada, é um produto típico da sociedade capitalista. Como é que se põe aí a questão da pós-modernidade [e do neoliberalismo] em relação ao problema escolar?”

> Do ponto de vista educacional, as exigências de planificação colocadas para a economia foram traduzidas na forma do imperativo de planificação de ensino e dos processos pedagógicos, sendo que neste último aspecto

aprofundou-se uma tendência que já vinha se acentuando desde o movimento escolanovista. A atmosfera neoliberal ofereceu as condições propícias para a justificação do aumento dos gastos públicos com a educação, objetivada na "teoria do capital humano". Os dispêndios com educação passaram a ser considerados desejáveis não apenas por razões sociais ou culturais, mas especificamente por motivos econômicos, transformando-se num investimento de retorno ainda mais compensador do que outros tipos de investimento ligados à produção material. A educação passou a ser concebida como sendo dotada de valor econômico próprio; um bem de produção (capital) e não apenas de consumo. Em suma, embora a argumentação neoliberal fornecesse boas razões para encorajar investimentos privados em educação, de forma alguma ela implicaria o encolhimento do setor público. (...) Do exposto ficou claro que as posições hoje veiculadas não correspondem ao conteúdo próprio do neoliberalismo. Com efeito, enquanto o neoliberalismo realçava o papel do Estado, este é agora atrofiado; enquanto o neoliberalismo postulava a ampliação das dimensões e prerrogativa do Estado, hoje defende-se a redução do tamanho do Estado; enquanto antes se advogava o planejamento econômico com a consequente regulação do mercado, agora se faz apologia da desregulamentação da economia e da total liberação do mercado; enquanto no primeiro caso se acentuava a importância e se alargava o espectro das políticas públicas, estas agora são secundarizadas e desqualificadas, postulando-se a sua transferência para a esfera da iniciativa privada ou das instituições filantrópicas e de benemerência. Por outro lado, a posição em pauta, além de se proclamar neoliberal, se compraz também em autodenominar-se moderna. As palavras modernidade e modernização frequentam com assiduidade os discursos de seus protagonistas. (...) Assim, para manter o paralelismo, diríamos que não se trata de uma posição neoliberal e moderna como se apregoa, mas pós-liberal e pós-moderna. Enquanto pós-liberal, ela sucumbe aos insucessos do liberalismo, encarnando o beco sem saída da economia liberal-capitalista [...] numa suposta racionalidade das leis do mercado que o impulsiona sempre para frente num progresso irreversível, abandona-se ao jogo cego das forças do mercado cujo significado se esvanece, transformado que foi em significante por si mesmo. Enquanto pós-moderna, descrê da civilização, perde o caráter de processo histórico e mergulha na mesmice dos signos dissociados de sentido, no vazio de um presente sem perspectivas e nas aparências que já perderam qualquer relação com algum suporte essencial. O pós-modernismo respira uma

> atmosfera de decadência: “decadência das grandes ideias, valores e instituições ocidentais – Ser, Razão, Sentido, Verdade, Totalidade, Ciência, Sujeito, Consciência, Produção, Estado, Revolução, Família”. Em lugar da “rebelião de massas” [...], própria da modernidade, cabe agora falar da “deserção de massas” [...]. (SAVIANI, 1991, p. 101-102)

No Brasil, os efeitos colaterais da crise pós-moderna e a retomada da ofensiva do neoliberalismo global, especialmente após a cassação do mandato da presidente Dilma Rousseff, em 2016, são eventos que estão contribuindo para desmontar a matriz moderna de desenvolvimento urbano-industrial tardio, e as infraestruturas produtivas centralizadas em algumas áreas interioranas das regiões Sudeste e Sul e ao longo da área costeira do Nordeste. No atual contexto nacional, as demissões motivadas pela desaceleração econômica e produtiva, advindas da retomada do ajuste neoliberal e pela aceleração da automatização em todas as áreas do mercado de trabalho atingem fortemente os trabalhadores com pouca escolaridade.

Porém, as demissões já não poupam a classe média, que sempre ocupou as funções qualificadas e consideradas mais estáveis, como as de bancários, professores, jornalistas, tradutores, gerentes, executivos financeiros e comerciais, administradores e economistas, engenheiros e técnicos industriais, e até os profissionais da informática que por pertencerem à “nova economia”, deveriam estar a salvo do desemprego estrutural característico da “velha economia”. São ocorrências crescentes e perturbadoras, que o patronato e os governantes não têm conseguido explicar para a opinião pública, de um modo lógico e convincente. Nos mandatos de Michel Temer e Jair Bolsonaro, foram retomadas e aceleradas a desregulamentação da economia, a privatização do patrimônio público, a “reforma” trabalhista, o arrocho salarial e a escalada inflacionária. Tais medidas impopulares que afetaram profundamente os trabalhadores pobres, também acelerou a proletarização da pequena burguesia, que, mesmo com mais escolaridade e chances de inserção laboral, participa crescentemente do contingente de brasileiros desempregados e sem fontes de renda.

Se o modelo escolar vigente prossegue fundamentado nas demandas do modelo industrial moderno, as escolas teriam que permanecer capacitadas para reproduzir os movimentos evolutivos cíclicos e as transformações paradigmáticas derivadas de sua matriz liberal-democrática. O Estado moderno, concebido como instrumento de poder da classe burguesa, desde o século XIX foi muito pressionado politicamente pelas lutas dos sindicatos operários e de outros tipos de organizações derivadas de segmentos mobilizados da sociedade civil. Aos poucos, as elites políticas e econômicas foram forçadas a fazer concessões para os trabalhadores, tiveram que reconhecer a responsabilidade dos estados

nacionais de construir e sustentar sistemas de Educação coletiva como um direito universal dos cidadãos, uma conquista e avanço fundamental para o desenvolvimento das sociedades contemporâneas. Assim, os feitos dos povos modernos conseguiram superar todas as grandes realizações culturais e materiais das civilizações mais desenvolvidas do passado. Além de propiciar estupenda evolução técnico-científica e produtiva, a construção do Estado burguês, com suas concepções inovadoras e estruturas político-administrativas cada vez mais profissionalizadas e abrangentes pode assegurar uma liberdade coletiva (com a institucionalização da democracia representativa e do voto direto), ferramentas sociais para as populações reivindicarem cláusulas de interesse comum, que eram impensáveis durante os regimes escravista e feudal.

Na realidade, a partir do momento em que a educação foi publicizada e assumida como obrigação do Estado, a sincronização teórico-prática entre o universo escolar e os interesses dos setores patronais foi sendo rompida pelo descompasso de interesses entre a iniciativa privada e o aparato estatal. Nos países mais desenvolvidos o Estado liberal tensionado pelas lutas sociais, teve que se democratizar. As elites, sempre autoritárias, tiveram que assegurar maior participação política da classe trabalhadora, uma gradual distribuição de renda e a concessão de direitos sociais mais amplos. A ação coercitiva das forças dominantes sobre os trabalhadores e cidadãos mobilizados teve que se submeter aos parâmetros das leis instituídas restringir aos aparatos legais, as suas ações coercitivas. A burguesia adquiriu experiência e habilidade para impor seu consenso em uma ordem de permanente divergência social, política e econômica. Com esse artifício, conseguiu manter a luta de classes sob seu controle.

Apesar da *pax* liberal haver permitido a construção de sociedades estáveis e muito desenvolvidas, é preciso ter clareza de que o consenso burguês não eliminou a contradição histórica da desigualdade social e a luta de classes seguiu se manifestando com veemência em todos os espaços de ação humana, inclusive na escola. Por isto, a escola liberal foi concebida para moldar trabalhadores “à imagem e semelhança” do projeto ideológico e industrial moderno.

> O modelo de escola instaurado com a industrialização reproduz, em menor escala, a estrutura social de que participa: os alunos (analogamente os proletários) deveriam reproduzir bens culturais sob o comando de um professor (mensageiro do cientista, “proprietário” do conhecimento produzido). O currículo, por sua vez, regeria as relações institucionais, gerenciadas pelo diretor (equivalente do Estado), árbitro do conjunto das interações sociais de comunicação no interior da escola e seus muros (fronteiras nacionais). A escola [...] passou a ser

> lugar de mediação, tradução e transmissão do pensamento científico e da técnica. Os receptores deveriam dirigir-se a este meio irradiador de mensagens a fim de serem "preparados" para a atividade produtiva. Dessa forma, a escola consolidaria o fluxo da informação na sociedade industrial. No topo da pirâmide comunicológica estariam os círculos de especialistas, responsáveis pelo "progresso" da ciência e da técnica, que dirigiriam seu discurso à massa de receptores presentes nos níveis intermediários da pirâmide. (WINCK, 1993, p. 30)

Há hoje, na maioria dos países capitalistas, uma realidade socioeconômica que se degrada rápido e agrava as desigualdades entre as camadas populacionais. Para resistir ao cenário social sempre mais adverso e insalubre, as pessoas dispostas a resistir ao desmonte das políticas e infraestruturas coletivas estão mais necessitadas de conhecimento crítico abrangente e de domínio científico e tecnológico atualizado. Por isto, a existência de um sistema de educação pública eficiente, democrático e sintonizado com as transformações macroestruturais que ocorrem com as sociedades modernas pode ser agente estratégico de incremento, material e humano, não só para o Brasil, mas para todas as nações do hemisfério sul.

Não haverá possibilidades viáveis de melhorias sociais sem que haja decisões políticas progressistas e investimentos significativos para desenvolver o conjunto da economia e melhorar nacionalmente as condições materiais para todas as camadas sociais. Em uma ação emergencial abrangente será preciso promover uma consequente redistribuição de renda, possibilitada pela recuperação do mercado capitalista nacional e pela ampliação das ações protetivas e compensatórias do Estado. É uma perspectiva distante de ocorrer na conjuntura atual tão adversa, que aprofunda a subordinação do País aos interesses predatórios internacionais.

Para os trabalhadores brasileiros, o "saldo" imediato é o mercado interno de trabalho sempre mais disputado, com salários mais aviltados, menos proteção legal, e cada vez mais informalidade e superexploração nas condições laborais e a absoluta degradação das relações trabalhistas. O cenário social tão adverso coloca o sistema escolar e os educadores num impasse: se não houver escolarização para todos e persistir nos países pobres, as estruturas educativas públicas com conteúdos e métodos superados, persistirá também o atraso produtivo e laboral; haverá maior fragilidade econômica, com consequente aumento das disparidades sociais para suas populações. A educação de qualidade é essencial à quantidade imensa de trabalhadores sem formação ou com habilidades defasadas em relação aos novos tipos de ocupações produtivas geradoras de renda.

Por outro lado, de que adiantará melhorar a qualidade da formação dos jovens e dos trabalhadores se houver o prolongamento dessa globalização,

cuja exuberância financeira se ancora cada vez mais na imensa produtividade e na qualidade estupenda do trabalho automatizado e cada vez mais precário e de realização remota, que extingue milhões de postos de trabalho em todo o mundo? Enquanto predominar esse capitalismo digital, flexível e volátil, que se sobrevaloriza e se fortalece continuamente com a renda fácil e instável advinda da especulação global *on-line* – esse capital rentista digital que movimenta bilhões em todos os pregões do planeta e enriquece extraordinariamente uma parcela cada vez menor da população mundial, não há outra reação a se esperar dos setores dominantes, senão a exclusão e a apartação social.

A rapidez e a força de arrasto das mudanças tecno-econômicas e sociais provocadas pela globalização neoliberal não dão tempo à ação reflexiva e crítica dos intelectuais, sindicatos e partidos políticos comprometidos com a luta social. O contexto de crise conceitual e institucional solapa a lógica racional moderna e escolhe arbitrariamente a globalização como sua substituta paradigmática. Assim, ao "atropelar" as formas modernas de organização e resistência popular e democráticas dos trabalhadores e de poucos setores remanescentes das burguesias nacionais, a globalização emerge como nova diretriz universal de progresso, de atualização produtiva, como fonte financeira de acumulação de riquezas e de reorganização social dos povos. Ela se autointitula detentora da nova Razão pós-moderna, o ente sobre-humano que, como observa Forrester (1997), são poucos os que dispõem de audácia para contestar.

> Será que alguém se arrisca a murmurar algumas tímidas reservas, a demonstrar certa vertigem em face da hegemonia de uma economia mundializada abstrata, desumana? Não demoram muito para nos calar o bico com os dogmas dessa mesma hegemonia na qual, sejamos realistas, nos encontramos aprisionados. Não demoram muito para nos opor as leis da concorrência, da competitividade, o ajustamento às regras econômicas internacionais – que são as da desregulamentação – e de nos entoar loas sobre a flexibilidade do trabalho.
>
> Cuidado então para não insinuar que, por esta razão, o trabalho se acha, mais do que nunca, submetido ao bel-prazer da especulação, às decisões de um mundo considerado rentável em todos os níveis, um mundo totalmente reduzido a ser apenas uma vasta empresa – aliás, não forçosamente administrada por responsáveis competentes. Alguns diriam: um vasto cassino. Não demoraram muito para nos opor e nos impor o respeito das leis misteriosas, mais ou menos clandestinas, da competitividade, e de coroar tudo isso com a chantagem de deslocamento de empresas e de investimentos, a transferência mais

> ou menos legal de capitais, acontecimentos que, de resto, ocorrem de qualquer maneira. Chantagem em suma, com meios cada vez mais opressivos. (FORRESTER, 1997, p. 32)

Ao se substituir a "velha" e sedimentada ordem moderna pelo recente, instável, limitado e interdependente modelo neoliberal de globalização, colheu-se como resultado prático a progressão dos impasses políticos e sociais, a fragilização de toda uma cadeia industrial-financeira que resistiu às crises cíclicas do capitalismo, mas agora se arrisca a soçobrar a cada quebradeira de um mercado regional. O que era ocorrência isolada, agora põe em risco todo o sistema financeiro interligado, afetando diretamente as estruturas produtivas.

A "destruição criadora", que passou a ser utilizada depois da "grande depressão" na década de 1930, como uma estratégia intencional para forçar a modernização das tecnologias industriais e alimentar a competição entre países e mercados concorrentes, parece estar sendo aplicada na contenção financeira e no estrangulamento do desenvolvimento produtivo das economias periféricas dependentes de financiamento dos capitais especulativos internacionais, restando-lhes apenas produzir matéria-prima para os países industrializados. O mercado capitalista globalizado segue tangido pelas crises e instabilidades políticas e econômicas internacionais e pela multiplicação dos conflitos militares regionais. As medidas de "contenção e saneamento" são sempre realizadas pelos economistas e especialistas dos estafes dos governos dos Estados Unidos e União Europeia, que também ditam as diretrizes mundiais do Banco Central dos Estados Unidos, do FMI, BIRD, BID etc., aos países subordinados.

As regras que são impostas são válidas para países ricos e pobres. O que faz a diferença entre eles é o sentido do fluxo financeiro, que segue sempre da periferia para o centro durante a "transfusão" de recursos amealhados com os sucessivos apertos das economias e dos orçamentos nacionais dos países periféricos. Nenhum país rico se importa se o "doador" colonizado está anêmico: sempre será possível subtrair mais algumas reservas de suas artérias econômicas, para preservar intacta a robustez do capitalismo central.

É paradoxal a ocorrência dessa revolução material sem melhoria social, peculiar de um sistema econômico baseado na desigualdade que foi capaz de superar, com as tecnologias digitais, as máquinas-ferramentas e de revolucionar a produtividade, com a introdução da automatização, quase ao ponto de prescindir-se do trabalho repetitivo e de muitas funções burocráticas, gerenciais, e que prospera também com a "mecanização" de muitas atividades intelectuais. Os novos meios foram totalmente apropriados, nessa fase inicial, pelos grandes empresários e conglomerados tecno-financeiros globais vinculados aos interesses estratégicos dos Estados centrais.

Apesar da hegemonia sobre os novos meios produtivos, os países ricos prosseguem dependentes da sanha acumulativa, da ampliação constante de mercados, tanto para alimentar a ciranda especulativa de reservas voláteis e de papéis podres, quanto para expandir o comércio *on-line* de serviços ou de bens de consumo material e simbólico. A reificação do trabalho, que assume formas ainda mais cruéis diante da substituição desenfreada do homem pela máquina, e o fetiche consumista, prosseguirão sendo as duas principais leis universais da ascendente versão binária do antigo e conhecido capitalismo.

Referências

ARON, R. **Guerra e paz entre as nações.** Brasília: Editora Universidade de Brasília/Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais; São Paulo Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2002.

BOMBARDI, L. M. Natureza, ambiente e conflito. In: CARLOS, A. F. A; DA CRUZ, R. C. A. (Orgs.). **A necessidade da Geografia.** São Paulo: Contexto, 2019, p. 201-214.

COLANGELO, A. C. A natureza na Geografia. In: CARLOS, A. F. A; DA CRUZ, R. C. A. (Orgs.). **A necessidade da Geografia.** São Paulo: Contexto, 2019, p. 191-201.

CARLOS, A. F. A. Metageografia: ato de conhecer a partir da Geografia. In: CARLOS, Ana Fani A. (Org.) **Crise Urbana**. São Paulo: Editora Contexto, 2015. p. 09-24.

CARLOS, A. F. A. Uma geografia do espaço. In: CARLOS, A. F. A; DA CRUZ, R. C. A. (Orgs.). **A necessidade da Geografia.** São Paulo: Contexto, 2019, p. 15-28.

CÔRREA, R. L. Espaço: um conceito-chave da geografia. In: CASTRO, I. E. et al (Orgs.). **Geografia:** conceitos e temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995, p. 15-47.

FIGUEIREDO, W. S. Pelas veredas do grande sertão: a contribuição da literatura de Guimarães Rosa para uma epistemologia do pensamento geográfico – notas introdutórias. **Ciência Geográfica**, Bauru-SP, Ano XVIII - Vol. XVIII- (1), Jan/Dez – 2014, p. 39-48.

FIGUEIREDO, W. S. **O Fio de Ariadne e o labirinto da Internet**. Geografia e Tecnologia: a dialética virtual x real. As redes e as ruas: o ciberespaço como dimensão socioespacial. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2020, 203 f.

FORRESTER, V. **O horror econômico**. São Paulo: Unesp, 1997.

HAESBAERT, R; PORTO-GONÇALVES, C. W. **A nova des-ordem mundial.** São Paulo: Editora Unesp, 2006.

HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço.** São Paulo: Annablume, 2005.

HARVEY, D. O espaço como palavra-chave. **Revista GEOgraphia.** Rio de Janeiro: UFF, v. 14, n. 28, p. 8-39, 2012.

LACOSTE, Y. **A geografia**: isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra. 4.

ed. Campinas: Papirus, 1997.

MARX, K. **Contribuição à crítica da economia política**. 2.ed. São Paulo: Editora Expressão Popular, 2008.

MARX, K. **O capital.** Volume I**.** 2.ed. São Paulo: Boitempo, 2017.

MARQUES, M. I. Natureza e sociedade. In: CARLOS, A. F. A; DA CRUZ, R. C. A. (Orgs.). **A necessidade da Geografia.** São Paulo: Contexto, 2019, p. 175-190.

MASSEY, D. **Pelo espaço:** uma nova política da espacialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

MORAES, A. C. R. **Ideologias geográficas.** Espaço, cultura e políticas no Brasil. São Paulo: Hucitec, 1988.

MOREIRA, R. **O círculo e a espiral** – para a crítica da geografia que se ensina. Niterói: AGB-Niterói, 2004.

MOREIRA, R. **Pensar e ser em geografia:** ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico. São Paulo: Editora Contexto, 2007.

MOREIRA, R. **Geografia e Práxis.** A presença do espaço na teoria e na prática geográficas. São Paulo: Contexto, 2012.

MOREIRA, R. **A geografia do espaço-mundo.** Conflitos e superações no espaço capital. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2016.

PADUA, R. F. Pensando a noção de prática socioespacial. In: CARLOS, Ana Fani A. (Orgs.) **Geografia Urbana Crítica:** teoria e método. São Paulo: Editora Contexto, 2018. p. 15-34.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 2.ed. São Paulo: Editora Contexto, 1990.

PORTO-GONÇALVES, C. W. O espaço geográfico como condição de (re) presentação da sociedade – notas de debate. In: SOUZA, Á. J. et al. (Orgs.). **Milton Santos:** cidadania e globalização. São Paulo: Saraiva: Bauru-SP: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2000. p. 57-67.

SANTOS, M. **Espaço e sociedade.** Petrópolis: Vozes, 1979.

SANTOS, M., Folha de S. Paulo. São Paulo, Caderno MAIS! São Paulo, 16 ago. 1997. p. C-1.

SANTOS, M. O professor como intelectual na sociedade contemporânea. **Ciência Geográfica**, Bauru-SP, Ano VII - Vol. II, n. 19, Mai/Ago – 2011, p. 04-09.

SANTOS, M. **Por uma geografia nova.** Da crítica da geografia a uma geografia crítica. 6.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

SANTOS, M. **Da totalidade ao lugar.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014a.

SANTOS, M. **O espaço do cidadão.** 7.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014b.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado.** Fundamentos teóricos e

metodológicos da Geografia. 6.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014c.

SANTOS, M. **Espaço e método.** 5.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014d.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017.

SAVIANI, D. **Educação e questões da atualidade**. São Paulo: Cortez, 1991.

SAVIANI, D. **Educação:** Do Senso Comum à Consciência Filosófica. Campinas: Autores Associados, 1996.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica:** primeiras aproximações. 7.ed. Campinas-SP: Autores Associados, 2000.

SAVIANI, D; DUARTE, N. **Conhecimento escolar e luta de classes.** A Pedagogia Histórico-Crítica contra a barbárie. Campinas-SP: Autores Associados, 2021.

SCHWARCZ, L. M. (Org.). **Contrastes da intimidade contemporânea**. São Paulo: Cia. das Letras, 1998 (História da vida privada no Brasil - 4).

SOJA, E. W. **Geografias** pós-modernas: a reafirmação do espaço na teoria social crítica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1993.

VALE, J. M. F. **Valor e Educação**: delineamento para uma teoria materialista do valor.1983. 205f. Tese (Doutorado em Educação) – PUC, São Paulo.

WINCK-Filho, J. B. M. **Educação a distância**: uma pedagogia que utiliza a televisão como tecnologia educacional. 1993. 138f. Dissertação (Mestrado em Educação) – PUC, São Paulo.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

IMPLEMENTACIÓN EN LA DOCENCIA DEL PROCESO DE CREACIÓN DE UNA BASE NACIONAL DE EROSIÓN EN VIÑEDOS PARA POTENCIAR LA PROTECCIÓN DEL SUELO FÉRTIL Y FRENAR LA DEGRADACIÓN

IMPLEMENTATION IN TEACHING OF THE PROCESS OF CREATING A NATIONAL BASE OF EROSION IN VINEYARDS TO ENHANCE THE PROTECTION OF FERTILE SOIL AND RESTRAIN DEGRADATION

Jesús Rodrigo-Comino[1]
Andrés Caballero-Calvo[2]
Antonio Jódar-Abellán[3]
Enric Terol[4]
Artemi Cerdà[5]

Estado de la cuestión: la sostenibilidad y la degradación del suelo como problema real de la viticultura española

La Degradación de la Tierra es un conjunto de procesos en el que se engloban la pérdida de la fertilidad de los suelos, la reducción y pérdida de efectividad de la producción de alimentos y una disminución de los ingresos de los agricultores (LAL, 2001; OLIVER; GREGORY, 2015). Estas dinámicas negativas se presentan muy activas en los ecosistemas mediterráneos, donde la agricultura ha estado presente desde hace milenios (BUTZER, 2005). El mal uso del suelo, su incorrecta gestión, las erróneas prácticas que sobre él se produce y la sobreexplotación de los recursos vinculados, dan como resultado su consiguiente pérdida de funcionalidad (NOVARA et al., 2011; TAGUAS et al., 2015).

La erosión del suelo por el agua es considerada una de las principales amenazas para los recursos del suelo en el Mediterráneo (GARCÍA-RUIZ et al., 2013) y factor clave para entender tanto los procesos de deterioro de la agricultura como la pérdida de población rural que a ello se vincula (SALVATI, 2013). A su vez, estos procesos socioculturales que deparan el despoblamiento

1 Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Facultad de Filosofía y Letras, Campus Universitario de Cartuja, Universidad de Granada, 18071 Granada, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4823-0871. E-mail: jesusrc@ugr.es.
2 Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Facultad de Filosofía y Letras, Campus Universitario de Cartuja, Universidad de Granada, 18071 Granada, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4382-0055. E-mail: andrescaballero@ugr.es.
3 Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Facultad de Filosofía y Letras, Campus Universitario de Cartuja, Universidad de Granada, 18071 Granada, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3373-8952. E-mail: antonio.jodar@ugr.es.
4 Department of Cartographic Engineering, Geodesy and Photogrammetry, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8421-9215. E-mail: eterol@cgf.upv.es.
5 Soil Erosion and Degradation Research Group, Department of Geography. Universitat de València, Blasco Ibañez, 28, 46010 Valencia, Spain. ORCID: 0000-0001-5326-4489. E-mail: artemio.cerda@uv.es.

de determinadas regiones, especialmente aquellas ligadas a territorios serranos, conlleva el aumento de la vulnerabilidad de espacios rurales que se ven condenados a dinámicas regresivas, económicas y sociales (BROWN, 1981).

Para evitar la aparición o agravamiento de estos procesos, para evitar que los suelos puedan perder total o parcialmente su fertilidad, quedar desnudos tras el abandono de tierras agrícolas, y dar esto lugar a altas de erosión y falta de sostenibilidad (LÓPEZ-VICENTE et al., 2020), los estudios de erosión del suelo y sus procesos de degradación y su difusión son absolutamente necesarios y urgentes en la coyuntura actual (KEESSTRA et al., 2021; SMITH et al., 2021). La (i) difusión de la información y la educación en materia de usos y manejos del suelo es vital para evitar el mantenimiento de las tasas de pérdida de suelo a largo plazo. Además, todo ello debe contribuir a (ii) repensar y reconfigurar los manejos tradicionales del suelo e incluir en la planificación territorial modelos alternativos que reduzcan la degradación ambiental en áreas agrícolas (BENIAICH et al., 2020; KAIRIS et al., 2013). La metodología y prácticas docentes propuestas en este capítulo engloban ambas necesidades con el objetivo de colaborar en la reducción del riesgo de desastres en espacios y rurales y la aparición o agravamiento de los procesos de degradación.

En particular, los viñedos, pilar básico de la trilogía de cultivo mediterránea (junto a trigales u olivares) son bien conocidos como paisajes bucólicos (GALILEA SALVADOR et al., 2015; MOLINERO HERNANDO, 2012). No obstante, las investigaciones científicas más recientes han demostrado el predominio de prácticas no sostenibles, en muchos casos debido a las altas tasas de erosión del suelo (en algunas áreas superiores a 10 t ha por año) (MARTÍNEZ-CASASNOVAS; RAMOS; RIBES-DASI, 2005; MIRÁS-AVALOS et al., 2020; RODRIGO-COMINO; KEESSTRA; CERDÀ, 2018).

El concepto de “terroir” surgió para recopilar los valores ambientales, sociales, económicos, históricos y geográficos de las áreas rurales (VAUDOUR, 2002). Los paisajes de viñedos son buena parte del patrimonio cultural de nuestro país, además de constituir un importante reservorio de fauna y flora y formar parte del legado que los viticultores modelaron desde tiempos históricos (GILLESPIE; WRATTEN, 2012; PETIT; KONOLD; HÖCHTL, 2012). Sin embargo, los viñedos, en la actualidad, presentan prácticas de manejo no sostenibles como consecuencia de una intensa agricultura química, basada en suelos desnudos, que desencadenan tasas de erosión; biocidas que dañan la biodiversidad; de manera indirecta, del envejecimiento de la población de las áreas rurales, que pone en riesgo la sustitución y sucesión de los agricultores y, con ello, la renovación de las prácticas de cultivo, la introducción de nuevas tendencias y la inclusiones de los más recientes descubrimientos en materia de gestión del suelo (BAIAMONTE et al., 2019; MARQUES et al., 2020; PAPPALARDO et al., 2019).

Esta propuesta pedagógico-docente está asociada al desarrollo de un proyecto de investigación (Fundación BBVA, Becas Leonardo, 2021), en el que se involucrará a varios grupos de estudiantes de diversas asignaturas del Grado de Geografía y Gestión del Territorio de Universidades españolas como la de Granada o Valencia. El conjunto docente-investigador tratará de comprender y difundir los problemas de degradación del suelo en cultivos mediante la realización de un estudio nacional de la erosión en viñedos. Para ello, además de los propios estudiantes, se contará con la participación de los agricultores y otros partes interesadas en la gestión vitivinícola (bodegas, poblaciones rurales, etc.). Este estudio nacional será además accesible a toda la población con el objetivo de revelar la situación real actual de la viticultura española y el estado de sus suelos, así como poner de manifiesto los problemas que viven a diario los habitantes rurales. La investigación y difusión de este conocimiento tiene como objetivo último el desarrollo y puesta en funcionamiento de soluciones a escala regional que mejoren las prácticas agrícolas a través de una adecuada planificación territorial.

La revisión realizada por Rodrigo-Comino (2018) sobre el panorama mundial de la erosión en viñedos ha demostrado que las pérdidas son excesivamente altas para mantener la calidad del suelo necesaria para lograr la sostenibilidad. Existen además otras problemáticas asociadas, como la contaminación del suelo por biocidas y la agricultura química o la insuficiente cobertura de suelo, que genera daños a la fauna del suelo y la microbiota (ASSANDRI et al., 2017; BESNARD; CHENU; ROBERT, 2001). En el viñedo, el daño causado como consecuencia de varios años de labranza se ve intensificado con el uso de nueva maquinaria, cada vez más potente y pesada, que transforma los paisajes agrícolas tradicionales y aumenta la vulnerabilidad edáfica (BOGUNOVIC; TELAK; PEREIRA, 2020). Se han desarrollado diferentes estrategias para controlar las grandes pérdidas de suelo y preservar su calidad en los viñedos. El uso de terrazas, cultivos entre las calles, drenajes, uso de enmiendas orgánicas o de estiércol de ganado son algunas de ellas. Todas contribuyen a mejorar la calidad del suelo, controlan las pérdidas de suelo y benefician a la fauna y la flora (NOVARA et al., 2021). Sin embargo, a día de hoy, en ningún país del mundo existe un estudio a nivel nacional considerando las áreas vitivinícolas más representativas utilizando el mismo método estandarizado, de forma permita comparar más adelante otros manejos más efectivos dentro del territorio nacional o incluso con otras áreas del mundo. Además, en ningún otro país, esta información está disponible en servidores abiertos de internet para poder ser consultados libremente. Esto, indudablemente, facilitará el acceso de la información y un avance para la comunicación. Dicha creación sería la primera base de datos global sobre erosión de viñedos a nivel nacional y un gran paso para un sector que mueve millones

de euros anualmente (OIV, 2019). Al mismo tiempo, tanto los datos generados como el propio proceso que conduce a su obtención permiten la implementación de procesos y dinámicas de involucración tanto de los actores sociales inmersos en las tareas vitivinicultoras como de los estudiantes asociados a esta propuesta. Los estudiantes formarán parte de las fases de obtención de datos en campo y de su posterior análisis, siendo esta implicación un factor clave en su proceso de formación y, sobre todo, de concienciación con el urgente tema de la degradación del tema, sus impactos y las necesarias medidas a implementar para la reducción de riesgos de desastres que, si bien se ubican en espacios rurales, son de gran afección en los espacios urbanos a través de la producción agraria asociada.

Cabe remarcar que este tipo de estudios forman parte del avance en los conocimientos en la agricultura de conservación, recomendada por la Unión Europea (Reg. EU No. 1308/2013). De esta forma, entender la respuesta del suelo frente a la erosión podría brindar una magnífica oportunidad para diseñar medidas de control y adaptación o prevenir la aparición de dinámicas de degradación en nuevas áreas de acogida de otros usos (e.g. cultivos subtropicales), máxime teniendo presente el marco de cambio climático y crisis de la sostenibilidad en todo el territorio español. El agotamiento del recurso suelo debido a la ausencia de dichas medidas obligaría a los agricultores a buscar, sucesivamente, otras áreas de confort con suelos fáciles de manejar (por ejemplo, mediante la roturación) o simplemente a abandonar su actividad. Ambas posibilidades, afrontándolas como sociedad, nos alejan de uno de los objetivos de la Sociedad del Horizonte 2020: “Seguridad alimenticia, agricultura y silvicultura sostenibles, investigación marina, marítima y costera, y bioeconomía”.

Objetivos principales

Los objetivos de esta propuesta docente-investigadora se pueden dividir en dos grandes grupos. El primero estaría asociado a el propio proceso de investigación en el que se involucrará a los estudiantes:

• Objetivo 1.1: estimar las tasas de erosión en viñedos a nivel nacional utilizando un método estandarizado en regiones vitivinícolas de España.

• Objetivo 1.2: comparar la incidencia de los sistemas de control de la erosión de cada zona de estudio con viñedos con manejos convencionales y con diversas medidas de protección del suelo.

• Objetivo 1.3: crear una base de datos abierta, de libre acceso y actualizable en internet para mostrar los resultados a nivel nacional, completando áreas anteriormente ya muestreadas.

• Objetivo 1.4: desarrollo de publicaciones conjuntas en las principales revistas científicas para la difusión de la investigación desarrollada; facilitar la organización

conjunta de conferencias para difundir los resultados; y permitir la elaboración de propuestas de proyectos de investigación a la UE y otros organismos de financiación.

El segundo grupo de objetivos se vinculan directamente con las prácticas pedagógico-docentes a implementar con estudiantes universitarios:

• Objetivo 2.1: involucrar de manera absolutamente directa a estudiantes de varias asignaturas del Grado en Geografía y Gestión del Territorio de las Universidades de Granada y Valencia en el proceso de implementación del método científico diseñado para el análisis de los modelos de gestión de viñedos en España.

• Objetivo 2.2: hacer partícipe al estudiantado del análisis de resultados como mecanismo pedagógico con mayor influencia para su concienciación y posible posterior involucración activa en la lucha contra el problema de la degradación edáfica.

• Objetivo 2.3: formulación de prácticas sostenibles alternativas como soluciones a implementar en los documentos de planificación territorial y, de manera más directa, por parte de los actores sociales involucrados en la gestión vitivinícola. En este apartado la participación directa de los estudiantes resulta clave en su proceso de aprendizaje crítico y propositivo ante problemas reales del mundo actual.

Ámbito de actuación y escalas de trabajo

El proyecto investigador-docente a desarrollar tiene como objetivo sumar áreas de estudio de zonas vitivinícolas de España (véase Figura 1). Estas sobresalen como áreas representativas de los usos y manejos en el Mediterráneo y se unirán a las ya muestreadas en la Denominación de Origen (D.O.) de Valencia, La Mancha o Tierra de Barros (Extremadura) publicadas en artículos indexados. Muchas áreas de estudio a muestrear se podrían haber investigado durante las últimas décadas, por separado y con métodos diversos, por equipos de investigación punteros en nuestro país. Sin embargo, con el fin de conocer los procesos de erosión del suelo y la degradación de la tierra a nivel nacional, es prioritario utilizar un método homogéneo y unificado, para sumar información actualizada también. Este ha sido uno de los principales objetivos del Grupo de Investigación SEDER, del Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia, con el que colaboraría este proyecto. En cada zona, se propone que los estudiantes investiguen al menos un viñedo tradicional y otro con manejo conservacionista del suelo.

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Ejemplos de áreas de estudio (Izquierda Valencia, derecha Granada).

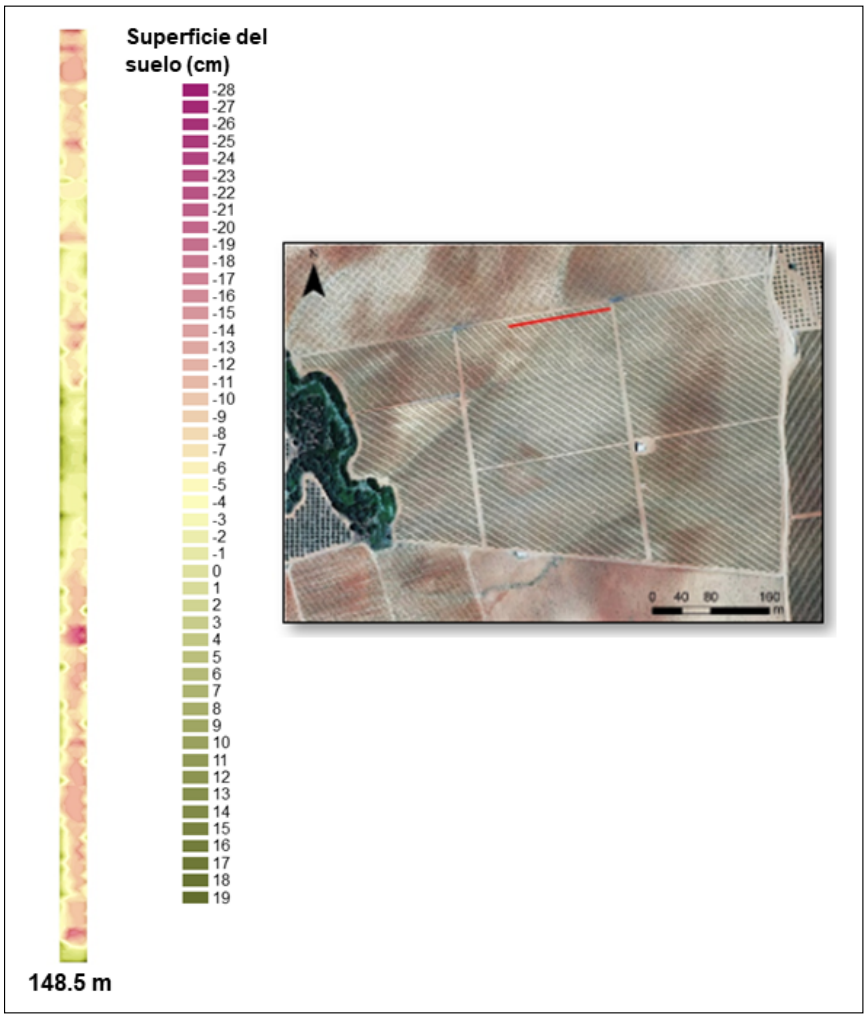
Fuentes y métodos aplicados para alcanzar cada objetivo

Para la consecución de los objetivos vinculados a la investigación, es decir, para conocer las tasas de erosión a largo plazo, se aplicará el método ISUM (Improved Stock Unearthing Method) (véase Figura 2), desarrollado por Rodrigo-Comino y Cerdà (2018), en las áreas seleccionadas, tanto en viñedos con manejo tradicional y como con medidas de control de la erosión. Este método se basa en tomar como referencia la altura del injerto durante la plantación de las viñas (CASALÍ et al., 2009). Una medida posterior nos indicará los cambios en la topografía del suelo, como nos indica la Figura 2 con ayuda de muestras de suelo complementarias, como la densidad aparente. Este método se ha aplicado en otros cultivos como naranjos o caquis con éxito. Igualmente, ha demostrado su utilidad en la determinación del grado de compactación de los suelos (BAYAT et al., 2019) o la rugosidad (DA SILVA et al., 2019). Además, realizando las estimaciones de la erosión desde que se plantaron las vides, permite posteriormente cartografiar las zonas con mayor erosión o sedimentación, convirtiéndose así en una herramienta visual muy fácil de comprender y utilizar en procesos participativos (véase Figura 3) (RODRIGO-COMINO et al., 2019). Para ello, es necesario que en cada zona se tomen muestras de suelos relacionadas, entre otros, con la densidad aparente, la materia orgánica, la textura y la pedregosidad.

ISUM se ha sido aplicado con éxito en el Valle del Mosela (Alemania), Terres dels Alforins (Valencia), Tierra de Barros (Extremadura) o Castilla La Mancha en los últimos años, con interés por blogs de prestigio sobre viticultura (https://www.ciencia-e-vinho.com/2020/06/21/developing-an-easy-to-be-applied-and-cheap-method-to-estimate-soil-erosion-in-vineyards/) o los medios de comunicación (https://www.europapress.es/andalucia/malaga-00356/noticia-determinan-metodo-sencillo-economico-medir-erosion-cultivos-vitivinicolas-20181205104537.html).

Fuente: elaboración propia.

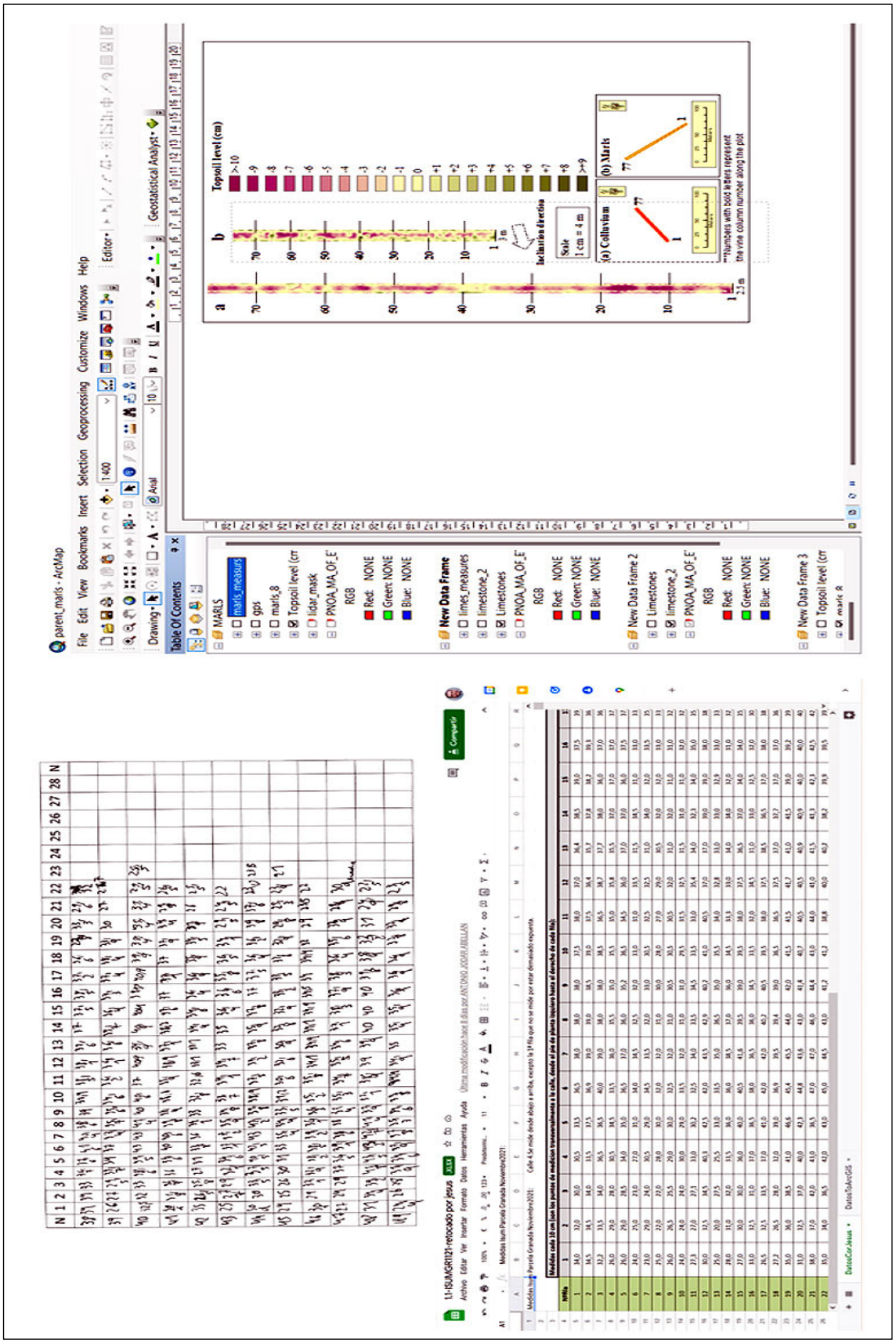
Figura 2. Aplicación del método ISUM (Improved Stock Unearthing Method) utilizando los tocones (Izquierda) de las parras como bioindicadores para la estimación de la erosión (Derecha)



Fuente: editado a partir de la publicación de BARRENA-GONZÁLEZ et al., (2020).

Figura 3. Ejemplos de mapas y gráficos para mostrar la erosión en áreas vitivinícolas

La concienciación sobre la relevancia de la erosión del suelo como una amenaza irreversible para la humanidad y los ecosistemas naturales es clave para lograr la sostenibilidad en los viñedos españoles. Para lograr esto, los resultados y las conclusiones de los estudios de erosión del suelo deben estar disponibles para las partes interesadas, los técnicos responsables de la planificación territorial y los políticos. Esta información debe ser visualmente amigable y de fácil acceso para ser eficiente en la difusión de los resultados. ISUM es un procedimiento altamente contrastado para estimar y mapear las tasas de movilización del suelo utilizando la unión de injerto de plantas. El método ha sido probado para vides, cítricos, melocotones y caquis y, actualmente, se está expandiendo a otros cultivos. Por lo tanto, conseguir que estos datos estén disponibles en repositorios en línea será clave para fomentar la concienciación sobre la erosión del suelo como un proceso de degradación de la tierra y permitir el intercambio de datos dentro de la comunidad científica. Para ello, se pueden utilizar herramientas como Google Drive o GeoNode (una aplicación y plataforma web para desarrollar sistemas de información geoespacial y para implementar infraestructuras de datos espaciales) para cargar, compartir y explorar los datos otros usuarios. Todo ello supondrá un paso fundamental para implementar una herramienta que facilita compartir información sobre la erosión del suelo en viñedos españoles con un método estandarizado, económico y fácil de aplicar. ISUM contribuye a las mediciones de erosión del suelo a largo plazo, arrojando luz sobre la amenaza de erosión del suelo para la humanidad. Este conjunto de datos (véase Figura 4) contribuirá a compartir información y aumentar la conciencia de la sociedad, además de configurarse como un método que brinda una gran oportunidad para su utilización en las prácticas docentes.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Datos obtenidos en campo (arriba-izquierda) y trasladados a hojas de cálculo (abajo-izquierda) y ArcGis (derecha).

Así, además de su implementación docente que abordaremos a continuación, los datos obtenidos serán adicionalmente utilizados para su difusión a través de publicaciones en revistas indexadas (tanto en español como en inglés) o comunicaciones en congresos. Estas publicaciones darán cuenta del estado de la cuestión de la erosión en campos cultivados con vides en España y ofrecerán una comparación de las tasas de erosión en viñedos utilizando un método estandarizado. Además, en esta fase de difusión científica, se podrán articular monografías. Finalmente, la difusión de la información se completará gracias a la utilización continuada de blogs con posts mensuales, un canal de Youtube y cuenta de Twitter.

Para la consecución de los objetivos vinculados a las prácticas pedagógico-docentes, se podrían vincularán al proyecto a dos grupos de dos asignaturas diferentes de Grado (e.g. Sistemas de Información Geográfica). Los estudiantes participantes se involucrarán en el desarrollo del proyecto de manera transversal, desde el inicio de su implementación hasta la fase final de divulgación de la información y creación de propuestas para la mejora de la gestión del suelo en viñedos.

De esta forma, los estudiantes podrán beneficiarse del aprendizaje que supone participar en la implementación de un método científico, además de poder estar en contacto con los dueños de las explotaciones, con los agricultores, gestores de bodegas, comercializadores del producto vinícola, etc. La involucración directa del estudiantado en este tipo de procesos es la mejor garantía de asimilación e interiorización del mensaje pedagógico que se pretende trasmitir (ACHER, 2014; REIS, 2014). La concienciación de los participantes y su formación en este campo presentan así un grado de probabilidad de éxito muy elevado (PLA et al., 2020; RODRÍGUEZ; BUSTILLOS, 2017), gracias al proceso crítico del que serán coautores y a su participación activa en la fase propositiva que culminará con la formulación de estrategias de mejora de la gestión y planificación de la actividad viticultora. La participación de estudiantes en este tipo de prácticas docentes no es solo una experiencia que asegura el aprendizaje del método científico y el aumento de su concienciación ambiental, sino que resulta una experiencia de vida que aumenta exponencialmente la probabilidad de que los participantes se involucren en el futuro en actividades relacionadas con la mejora de la sostenibilidad en cualquier ámbito relacionado con la conservación.

Repercusión e innovación del proyecto investigador y docente desde el marco autonómico, europeo y de la ONU

La responsabilidad humana en el problema global que representa un manejo poco sostenible del suelo agrícola resulta evidente. Como consecuencia del desafío

al que nos enfrentamos, el sector vitivinícola español necesita urgentemente detectar las problemáticas asociadas a la erosión para formular soluciones prácticas y sostenibles. Por todo ello, la evaluación desde un enfoque nacional de las dinámicas de degradación actual a la que este proyecto se enfrenta resulta imprescindible para lograr un equilibrio futuro entre la preservación y la mejora del medio ambiente, la equidad social del medio rural y la viabilidad financiera y económica, que resultará clave para el bienestar futuro de los cultivos de la vid en nuestro país, un sector económico clave que mueve anualmente millones de euros. Por tanto, anticipar una pérdida del suelo fértil es clave para combatir futuros problemas irreparables, máxime en una planta como la vid, con una capacidad de reacción muy lenta debido a las propias características del modelo productivo. Ante la necesidad de rediseñar y modificar los sistemas de manejo de las explotaciones, se requiere un gran esfuerzo en recursos y tiempo que permita la mejora de los datos disponibles que conduzcan a la toma de decisiones. Igualmente, una caída no prevista en los niveles de las cosechas por culpa de la pérdida de suelo o inundaciones produciría un fuerte impacto socioeconómico. Por estos motivos, uno de los principales objetivos de este proyecto será realizar un análisis exhaustivo innovador a nivel nacional, nunca realizado y avalado por una temática con actual interés por parte de la Unión Europea (horizontes 2020), la ONU (Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2015-2030) y la comunidad científica.

La involucración de estudiantes de educación superior de un Grado con relación directa en la gestión del territorio y sus problemáticas ambientales emerge como el marco científico-pedagógico-docente más indicado para optimizar la vinculación de la investigación, la divulgación de sus resultados y su implementación real sobre el territorio con procesos de formación académica con efectos a largo plazo.

Agradecimientos

Los datos fueron obtenidos a través de la financiación recibida del proyecto de investigación de la Beca Leonardo a Investigadores y Creadores Culturales 2021 de la Fundación BBVA" (Ref. BBVA2021-Leonardo2; IP: J. Rodrigo-Comino) "Creación de una base nacional de erosión en viñedos para potenciar la protección del suelo fértil", vinculado a la Universidad de Granada. Asimismo, los autores del trabajo agradecen enormemente a los propietarios de las parcelas la disponibilidad, asesoramiento e información facilitada sobre los cultivos de las parcelas estudiadas.

Referencias

ACHER, A. Cómo facilitar la modelización científica en el aula. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, v. 1, n. 36, p. 63–75, 2 maio 2014.

ASSANDRI, G. et al. Assessing common birds' ecological requirements to address nature conservation in permanent crops: Lessons from Italian vineyards. **Journal of Environmental Management**, v. 191, p. 145–154, 15 abr. 2017.

BAIAMONTE, G. et al. Time Scale Effects and Interactions of Rainfall Erosivity and Cover Management Factors on Vineyard Soil Loss Erosion in the Semi-Arid Area of Southern Sicily. **Water**, v. 11, n. 5, p. 978, maio 2019.

BARRENA-GONZÁLEZ, J. et al. Applying the RUSLE and ISUM in the Tierra de Barros Vineyards (Extremadura, Spain) to Estimate Soil Mobilisation Rates. **Land**, v. 9, n. 3, p. 93, mar. 2020.

BAYAT, F. et al. Analyzing long-term soil erosion in a ridge-shaped persimmon plantation in eastern Spain by means of ISUM measurements. **CATENA**, v. 183, p. 104176, 1 dez. 2019.

BENIAICH, A. et al. Assessment of soil erosion in olive orchards (Olea europaea L.) under cover crops management systems in the tropical region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, 2020.

BESNARD, E.; CHENU, C.; ROBERT, M. Influence of organic amendments on copper distribution among particle-size and density fractions in Champagne vineyard soils. **Environmental Pollution**, v. 112, n. 3, p. 329–337, 1 maio 2001.

BOGUNOVIC, I.; TELAK, L. J.; PEREIRA, P. Experimental Comparison of Runoff Generation and Initial Soil Erosion Between Vineyards and Croplands of Eastern Croatia: A Case Study. **Air, Soil and Water Research**, v. 13, p. 1178622120928323, 1 jan. 2020.

BROWN, L. R. World population growth, soil erosion, and food security. **Science**, v. 214, n. 4524, p. 995–1002, 27 nov. 1981.

BUTZER, K. W. Environmental history in the Mediterranean world: cross-disciplinary investigation of cause-and-effect for degradation and soil erosion. **Journal of Archaeological Science**, v. 32, n. 12, p. 1773–1800, 1 dez. 2005.

CASALÍ, J. et al. Determination of long-term erosion rates in vineyards of Navarre (Spain) using botanical benchmarks. **CATENA**, v. 78, n. 1, p. 12–19, 15 jul. 2009.

DA SILVA, A. M. et al. Spatial variability of soil roughness in persimmon plantations: A new combined ISUM (improved stock unearthing method) approach. **Ecological Indicators**, v. 106, p. 105528, 1 nov. 2019.

GALILEA SALVADOR, I. et al. Evolución y desfragmentación del paisaje del viñedo en la Rioja alta (España) en el periodo 1956-2000. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, v. 69, p. 315–331, 2015.

GARCÍA-RUIZ, J. M. et al. Erosion in Mediterranean landscapes: Changes and

future challenges. **Geomorphology**, v. 198, p. 20–36, 15 set. 2013.

GILLESPIE, M.; WRATTEN, S. D. The importance of viticultural landscape features and ecosystem service enhancement for native butterflies in New Zealand vineyards. **Journal of Insect Conservation**, v. 16, n. 1, p. 13–23, 1 fev. 2012.

KAIRIS, O. et al. The effect of land management practices on soil erosion and land desertification in an olive grove. **Soil Use and Management**, v. 29, n. 4, p. 597–606, 1 dez. 2013.

KEESSTRA, S. et al. The role of soils in regulation and provision of blue and green water. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 376, n. 1834, p. 20200175, 27 set. 2021.

LAL, R. Soil degradation by erosion. **Land degradation & development**, v. 12, n. 6, p. 519–539, 2001.

LÓPEZ-VICENTE, M. et al. Effectiveness of Cover Crops to Reduce Loss of Soil Organic Matter in a Rainfed Vineyard. **Land**, v. 9, n. 7, p. 230, jul. 2020.

MARQUES, M. et al. Effects of a Permanent Soil Cover on Water Dynamics and Wine Characteristics in a Steep Vineyard in the Central Spain. **Air, Soil and Water Research**, v. 13, p. 1178622120948069, 1 jan. 2020.

MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J. A.; RAMOS, M. C.; RIBES-DASI, M. On-site effects of concentrated flow erosion in vineyard fields: some economic implications. **Catena**, v. 60, n. 2, p. 129–146, 2005.

MIRÁS-AVALOS, J. M. et al. Agronomic Practices for Reducing Soil Erosion in Hillside Vineyards under Atlantic Climatic Conditions (Galicia, Spain). **Soil Systems**, v. 4, n. 2, p. 19, jun. 2020.

MOLINERO HERNANDO, F. Los paisajes del viñedo en Castilla y León: tradición, renovación y consolidación. **Polígonos. Revista de Geografía**, v. 0, n. 21, p. 85–117, 2012.

NOVARA, A. et al. Soil erosion assessment on tillage and alternative soil managements in a Sicilian vineyard. **Soil and Tillage Research**, v. 117, p. 140–147, 2011.

NOVARA, A. et al. Cover crop management and water conservation in vineyard and olive orchards. **Soil and Tillage Research**, v. 208, p. 104896, 1 abr. 2021.

OIV (INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE INTERGOVERNMENTAL ORGANISATION). **2019 Statistical Report on World Vitivinicult**. [s.l.] International Organisation of Vine and WineIntergovernmental Organisation, 2019. Disponível em: <https://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>.

OLIVER, M. A.; GREGORY, P. J. Soil, food security and human health: a review. **European Journal of Soil Science**, v. 66, n. 2, p. 257–276, 2015.

PAPPALARDO, S. E. et al. Estimation of potential soil erosion in the Prosecco DOCG area (NE Italy), toward a soil footprint of bottled sparkling wine production in different land-management scenarios. **PLOS ONE**, v. 14, n. 5, p. e0210922, 1 maio 2019.

PETIT, C.; KONOLD, W.; HÖCHTL, F. Historic terraced vineyards: impressive witnesses of vernacular architecture. **Landscape History**, v. 33, n. 1, p. 5–28, 2012.

PLA, C., PARDO, M.A., MOYA-LLAMAS, M.J., JÓDAR-ABELLÁN, A., MIRÓ, M., VALDEÉS-ABELLÁN, J. . Uso de tecnologías digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aplicación en docencia presencial y no presencial con el alumnado de la rama de ingeniería. En: Roig-Vila, Rosabel (ed.). La docencia en la Enseñanza Superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas. Barcelona. Editor: **OCTAEDRO**, 2020. ISBN 978-84-18348-11-2, pp. 816-826, 2020. Disponible en: http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/110238.

REIS, P. Acción Socio-Política sobre Cuestiones Socio-Científicas: Reconstruyendo la Formación Docente y el Currículo. **Uni-pluriversidad**, v. 14, n. 2, p. 16–26, 21 jul. 2014.

RODRIGO-COMINO, J. Five decades of soil erosion research in “terroir”. The State-of-the-Art. **Earth-Science Reviews**, v. 179, p. 436–447, 1 abr. 2018.

RODRIGO-COMINO, J. et al. Determining the best ISUM (Improved stock unearthing Method) sampling point number to model long-term soil transport and micro-topographical changes in vineyards. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 159, p. 147–156, 1 abr. 2019.

RODRIGO-COMINO, J.; CERDÀ, A. Improving stock unearthing method to measure soil erosion rates in vineyards. **Ecological Indicators**, v. 85, n. Supplement C, p. 509–517, 1 fev. 2018.

RODRIGO-COMINO, J.; KEESSTRA, S.; CERDÀ, A. Soil Erosion as an Environmental Concern in Vineyards: The Case Study of Celler del Roure, Eastern Spain, by Means of Rainfall Simulation Experiments. **Beverages**, v. 4, n. 2, p. 31, jun. 2018.

RODRÍGUEZ, E. M. R.; BUSTILLOS, R. J. S. Aprendizaje basado en la investigación en el trabajo autónomo y en equipo. **Negotium: revista de ciencias gerenciales**, v. 13, n. 38, p. 5–16, 2017.

SALVATI, L. Land degradation, rural poverty and the socioeconomic context in the mediterranean region: a brief commentary. **Current Politics & Economics of Europe**, v. 24, 2013.

SMITH, P. et al. The role of soils in delivering Nature’s Contributions to People. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 376, n. 1834, p. 20200169, 27 set. 2021.

TAGUAS, E. V. et al. Characteristics and importance of rill and gully erosion: a case study in a small catchment of a marginal olive grove. **Cuadernos de Investigación Geográfica**, v. 41, n. 1, p. 107–126, 16 mar. 2015.

VAUDOUR, E. The Quality of Grapes and Wine in Relation to Geography: Notions of Terroir at Various Scales. **Journal of Wine Research**, v. 13, n. 2, p. 117–141, 1 ago. 2002.

PRÁTICAS EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA PARA A FORMAÇÃO DO LICENCIADO EM GEOGRAFIA, PERCEBENDO O CLIMA DO TERRITÓRIO

PRACTICES IN GEOGRAPHIC CLIMATOLOGY IN THE TRAINING OF GEOGRAPHY TEACHERS, UNDERSTANDING THE CLIMATE OF THE TERRITORY

Claudio Eduardo de Castro[1]

O clima é uma das abordagens das quais a Geografia deve preocupar-se em oferecer a apreensão-aprendizagem dos discentes no ensino do 6° ano ao final do médio, enfim, a compreensão dos conceitos, fenômenos do tempo, da meteorologia, do clima, o que é a climatologia geográfica. Nos livros basilares de ensino dessa área, na formação docente, Ayoade (2003) já diz que se faz necessário compreender o mundo contemporâneo e o clima está na centralidade, uma vez estarem os processos atmosféricos relacionados a inúmeros fenômenos que repercutem na sociedade, na biosfera, na hidrosfera e na litosfera. Exemplos dessa intrínseca relação podem ser sentidos nos eventos extremos, nas chuvas volumosas, secas extemporâneas, ciclones atemporais, tornados recorrentes em latitudes nas quais poucas vezes se os vê, e tantas outras manifestações que atingem áreas que não as vivenciavam corriqueiramente.

Os conteúdos da climatologia devem ser uma preocupação na formação do ensino fundamental, para que se entenda os constituintes do clima, como dizem Meneguzzo e Meneguzzo (2010), no intuito de que se possa formar crítica quanto ao antropismo presente hoje, a partir do que se pode observar nas manifestações climáticas nas várias escalas. Assim a formação de um professor com bases sólidas de climatologia, bem como preparado para promover uma apreensão crítica da realidade é fundamental. Silva e Cardoso (2019, p. 2 e 3) afirmam que por uma preparação pouco acurada ou por uma formação não tão específica, alguns professores não abordam essa temática em sala de aula, reproduzindo, muitas das vezes, o que se veicula pela mídia sem relação com a Geografia, ainda, em certos casos, nem mesmo se aborda a climatologia geográfica, afastando-a da sala de

1 Universidade Estadual do Maranhão. Professor adjunto IV dos cursos de bacharelado e licenciatura em Geografia, Pós-graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1224-5019. E-mail: clanaros@yahoo.com.br.

aula. Para as autoras, um dos problemas "está relacionado com a formação inicial dos professores. Na maior parte das vezes, a formação na graduação é deficiente em relação ao conteúdo de Climatologia Geográfica, ficando restrita a uma ou duas disciplinas da grade curricular". Assim a formação docente necessita de uma boa formação do profissional para tratar dessa temática, e não só.

A formação docente "precisa fornecer condições para que o futuro professor se sinta capacitado para ensiná-los, o que devia ser garantido na formação inicial do professor" (STEINKE, 2012, p.79). Dantas (2016) afirma que os conteúdos inerentes à essa disciplina têm maior interesse se vinculados à realidade, exigindo que o professor consiga em seu exercício, nos três níveis, aproximar o cotidiano do ensino. Portanto estudar o clima, entendendo suas manifestações através dos conteúdos conexos, pode melhorar a criticidade, concorrendo para reflexões quanto à essas questões. Em especial, se deve proporcionar uma formação do licenciado que permita a ele, quando do exercício profissional, articular os conteúdos visando ao entendimento crítico do espaço geográfico, uma vez que na "[...] sala de aula, é necessário que o professor aborde os elementos de forma integrada, associando a climatologia com outros elementos, como o relevo, as regiões e a relação sociedade-natureza. Assim, o aluno pode compreender o clima como parte integrante do ambiente (SILVA; CARDOSO, 2019, p.3).

Nesse sentido, apresenta-se aqui uma experiência da disciplina de Climatologia Geográfica dos cursos de licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão, em duas cidades do interior do estado, Pastos Bons, no Sul e Governador Nunes Freire, no noroeste do estado. O principal objetivo foi o de fundamentar a diferenciação local do tempo, sob o mesmo clima, exigindo secundariamente que se entendesse umidade relativa do ar, albedo, nuvens e sua relação com o tempo, diferenciações de tempo e a geomorfologia e os ventos, além da sazonalidade, maritimidade e continentalidade e as imbricações com a física da natureza relacionada ao clima e tempo. Bem como, proporcionar uma experiência de uso das tecnologias disponíveis no cotidiano, neste caso, aparelhos telefônicos portáteis e aplicativos APP's.

A Climatologia Geográfica e o Ensino

Alguns problemas relacionados ao ensino e aprendizagem em climatologia advém da bagagem trazida pelos alunos ligadas à formação escolar anterior, e de outro lado, na formação superior do licenciado, como atesta Melo (2015). Esse processo, ensinar e aprender, refere-se a um complexo sistema de interações entre os professores e os alunos que aparentemente podem parecer apenas isso, porém vão muito além, como se fossem processos independentes (KUBO; BOTOMÉ,

2001). Dessa maneira, o mediador da aprendizagem deve ter conhecimento suficiente dos conteúdos e suas complexas relações dos diferentes níveis no espaço geográfico. Nesse sentido, os documentos que balizam a formação docente em climatologia encontram-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), nos quais esse tema aparece no 3° ciclo do ensino fundamental, no eixo *O estudo da natureza e sua importância para o homem*. São tratados nesse momento temas como as águas e o clima; circulação atmosférica; estações do ano; climas brasileiros, o clima dia a dia; a relação florestas-clima; previsão do tempo, todos eles para se fundamentar, já nessa fase, o que é clima e alicerçar a compreensão da climatologia que se operará a partir daí.

O 4° ciclo tem em seu eixo 3, *Modernização e a problemática ambiental*, a climatologia que passa a tratar das alterações advindas da sociedade contemporânea assim, a cidade é protagonista, a indústria e a organização social do modo de vida contemporâneo. Dessa forma abordam-se a poluição do ar e o clima urbano; as ilhas térmicas no ambiente urbano; impactos de impermeabilização do solo nas cidades e os efeitos da drenagem (BRASIL, 1988).

No ensino médio, as *Orientações Curriculares para o Ensino Médio* em seu caderno de *Ciências Humanas e suas tecnologias*, os conteúdos e conceitos da Geografia articulam-se por eixos e a climatologia relaciona-se à análise, construção e aplicação dos “conceitos geográficos, bem como das áreas afins, para a compreensão de fenômenos naturais, de processos geo-históricos, da produção tecnológica, das manifestações culturais e artísticas”, (BRASIL, 2006, p.56). Via de regra a climatologia geográfica articula-se aos conteúdos mais físicos, aplicados no primeiro ano, agora com uma sistematização maior que no fundamental II, levando a escala para o globo e a contemporaneidade.

Observa-se que muitas das vezes o principal, senão o único, instrumento que alinhava a aprendizagem é o livro didático ou algo similar, como apostilas, o que pode limitar a climatologia a conteúdos, sem que se dê a devida importância ao desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem crítica e relacional, necessários para o entendimento de uma climatologia geográfica. Quanto ao valor do livro didático, seu papel no cotidiano de sala de aula é que ele “[...] constitui um elo importante na corrente do discurso da competência: é o lugar do saber definido, pronto, acabado, correto, e, dessa forma, fonte última de referência e contrapartida dos erros das experiências de vida”, mas o autor chama a atenção para que se deva usar

> [...] criticamente o manual, relativizando-o, confrontando-o com outros livros, com informações de jornais e revistas, com a realidade circundante. Ao invés de aceitar a "ditadura" do livro didático, o bom professor deve ver nele [...] tão somente um apoio ou complemento para a relação ensino-aprendizagem que visa a integrar criticamente o educando ao mundo. (VESENTINI, 2003, p. 166-167)

Cabe então ao professor 'despertar' o interesse cognitivo dos alunos, dessa maneira ele [...] deve atuar na mediação didática, o que implica investir no processo de reflexão sobre a contribuição da Geografia na vida cotidiana" (CAVALCANTI, 2010, p.3). Silva e Cardoso (2019, p.6) concluem em sua pesquisa sobre climatologia geográfica nos livros didáticos que "[...] é preciso associar o ensino de climatologia com a prática cotidiana, sua influência, consequência e aplicação deste conteúdo à realidade, proporcionando a reflexão do discente sobre a sua realidade e aproximando a teoria e a prática".

Um primeiro passo no sentido da aprendizagem é uma boa formação do professor de Geografia, já em sua graduação, focada na perspectiva de atuar no universo do aluno, capacitado para desenvolver essa aprendizagem e cognição. Oliveira, Chagas e Alves (2012) afirmam faltar entendimento de climatologia aos licenciandos, mas que há outro fator contribuinte, no ensino fundamental, as condições precárias ofertadas. Steinke (2012) trata da aprendizagem sem sentido dizendo que

> Quando aprendemos algo sem saber o porquê, principalmente na escola ou na faculdade, costumamos atribuir esse "porque" ao fato de a disciplina ser uma obrigação acadêmica, o que se torna, muitas vezes, apenas algo mais a ser memorizado e depois esquecido [...] ao estudarmos algo que é por nós vivenciado, são muito maiores as chances de o aprendizado tornam-se mais consequente. (STEINKE, 2012, p. 13).

Para Silva e Cardoso (2019, p. 7) essa formação do licenciado, futuro professor, "[...] é primordial para que o ensino de climatologia tenha algum sentido para os alunos do Ensino Básico". Assim é preponderante que no curso de licenciatura em Geografia, "[...] a disciplina de Climatologia Geográfica não seja apenas mais uma obrigação acadêmica a ser cumprida. É preciso que tenha uma aplicação e um sentido para o discente". Isso faz-se necessário, especialmente no que tange aos professores de áreas nas quais as carências conexas às disparidades socioeconômicas não ofertam condições materiais, econômicas e sociais, onde a escola pode assumir um papel agregador. Cavalcanti (2002) atesta que a escola é um lugar de encontro de culturas, de saberes, de saberes científicos e dos saberes

cotidianos, sob a referência básica dos saberes científicos. Dessa maneira, propor práticas docentes focadas no cotidiano, pode proporcionar melhoria no ensino e aprendizagem em climatologia geográfica em todos os níveis da educação.

Convém ainda salientar uma questão quanto ao que se aprende e o (pouco) que se ensina, isso diz respeito à formação do licenciado e ele como professor. Para esclarecer, Sant'anna Neto (2000), ao tratar do problema, esclarece existirem vários fatores: a própria formação dos professores que não tratam desse distanciamento; a estrutura curricular; a falta de integração dos conteúdos climatológicos com os demais da ciência geográfica e o universo da realidade cotidiana, ou seja o espaço.

Aplicando Atividade em climatologia geográfica com foco no local para desenvolver aprendizagem entre futuros professores.

O clima tem influências as mais variadas, e suas características estão presentes diuturnamente em nossas vidas, Sorre (2006) chamou a atenção para que se apreendesse os elementos meteorológicos que se diferenciam no tempo e no espaço influenciando-nos, isso por um viés da Geografia. Para ele, ao estudar essas variações geográficas

> [...] da lâmina de água precipitada na superfície do solo, quando comparamos as diferenças de ritmo de oscilação térmica de uma região para outra, quando caracterizamos a atmosfera de um lugar pela combinação dos meteoros, quando investigamos a relação entre esses fatos e outros fatos geográficos tais como distribuição dos vegetais, animais ou homens, nós trabalhamos imbuídos de outro espírito. Fazemos climatologia, geral ou descritiva conforme o caso. (SORRE, 2006 p.89)

Ou seja, o entendimento da inseparabilidade de clima e a biosfera com resultados na vida, portanto em cada localidade, independente da escala, há uma relação clima-vida geradora do espaço que a climatologia geográfica pode, a partir do entendimento dos fatores climáticos, correlacionar. Não por acaso a climatologia avançou, já na década de 1970, com Monteiro (1976), que sistematizou os estudos climatológicos nos ambientes urbanos através da Teoria Geral dos Sistemas, assim a cidade passou a ser entendida como um sistema com elementos, comportamento e produção vistos integradamente, sobretudo, com efeitos sobre a sociedade. Já Sant'anna Neto (2008), chama a atenção para que esse olhar da climatologia geográfica se abarque do território, considerando-se a qualidade de vida, que inexoravelmente integra-se pelo conforto ambiental, o qual acompanha a segregação social nas cidades, como o autor

atesta, ao citar as áreas com alta concentração de poluentes que, por necessitarem de altos investimentos acabam por receber atividades menos valorizadas pelo capital e servindo como moradia à população de baixa renda.

Entender o clima em suas escalas espaço-tempo, permite que se possa ter uma melhor qualidade de vida, como afirma Alcoforado (2006, p.169), uma vez que o clima afeta as atividades humanas podendo ser de maneira positiva ou negativa, ainda, pode ser um recurso benéfico. O autor diz que os climas têm grande influência na disponibilidade de recursos naturais e nas sociedades humanas. Neste contexto, o clima pode ser visto como um dos mais importantes recursos naturais, que, se bem compreendido e adequadamente gerido contribui na qualidade de vida de todos.

Um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade climática nos territórios é dada pelo desconforto térmico, ou seja, o que se busca avaliar é o conforto térmico, que para Pagnossin, Buriol e Graciolli (2001) exprime

> [...] satisfação com o ambiente térmico, sendo vários fatores que influenciam, entre eles os aspectos físicos relacionados aos processos de trocas de calor: condução, convecção, radiação e evaporação que ocasionam no organismo ganhos e perdas de energia com o meio, através da influência das variáveis meteorológicas como a temperatura, umidade, movimento do ar e radiação responsáveis por uma maior ou menor sensação de conforto térmico. Deve-se considerar também, as variáveis fisiológicas e psicológicas que variam de indivíduo para indivíduo conforme a percepção e preferências térmicas (PAGNOSSIN, BURIOL; GRACIOLLI, 2001, p. 151).

Portanto, estudando-se as variáveis ambientais, se apreende os elementos constituintes do clima atuantes que, segundo Frota e Schiffer (2003, p. 15), têm "[...] estreitas relações com regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, topografia, entre outras características locais que podem ser alteradas pela presença humana".

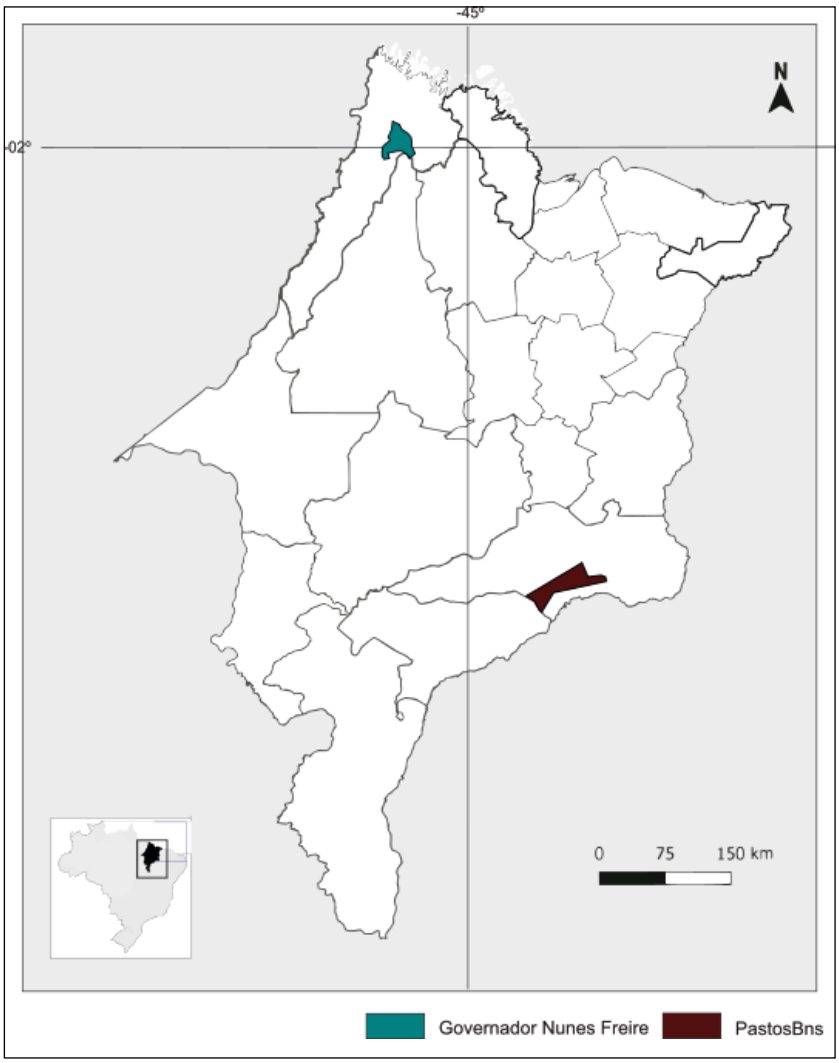


Figura 1. Localização dos municípios.

Portanto propôs-se através da avaliação das variáveis de conforto térmico buscar a aprendizagem e sedimentação de conteúdos da disciplina de climatologia entre os licenciandos de Geografia de duas turmas no interior do Maranhão, nas cidades de Pastos Bons e Governador Nunes Freire (Figura 1). A escolha baseia-se no que afirmam Ruas (2005, p.5) que o índice de conforto "[...] é um parâmetro que representa o efeito combinado das principais variáveis intervenientes. Através dele é possível avaliar a situação de conforto térmico de um ambiente, bem como obter subsídios para melhor adequá-lo às necessidades humanas".

A proposta se deu pela climatologia urbana, mas para contribuir com rapidez e praticidade, balizou-se a práxis nos trabalhos de Gomes e Amorim (2003), Garcia (1985) e Souza e Nery (2012), os quais permitiram trabalhar com as tabelas classificatórias de conforto térmico, principalmente de Garcia (1985) e Terjung (1966). Ainda Fialho (2007), que propôs observação sensível do estado do tempo como prática de ensino em climatologia através de três atividades práticas, deste último trabalho utilizou-se das "Planilhas de anotação

dos Elementos do Clima" (FIALHO, 2007, p. 118-120), mas somente no que se refere à terra, uma vez apresentar observações para locais banhados pelo mar. A observação resultou em uma planilha associada ao conforto térmico na qual também se propôs observar os tipos de nuvens, temperatura e vento (direção intensidade) proporcionado essa aprendizagem na práxis (Quadro 1).

Inicialmente, depois de tratados os elementos climáticos (AYOADE, 2006; VAREJÃO, 2006; CASTRO, 2018), leu-se o texto de Zorzeto (2003) que ilustra as diferenças de climas do município de São Paulo, ilustrando a variabilidade climática advinda das correlações dos fatores. A escolha se deu por tratar-se de texto de cunho jornalístico, no qual os resultados da pesquisa são apresentados de maneira menos detalhada, com linguagem mais adequada aos entendimentos dos resultados que aos fragmentos íntimos da climatologia acadêmica. Tal se deu por representar um estímulo inicial para o despertar a busca pelas diferenciações climáticas e seus fatores.

Quadro 1. Planilha de observação do estado do tempo local.

LOCAL	DIA / HORA		ºC	CONFORTO TÉRMICO			ESTADO DO TEMPO *
				TERJUNG	GARCIA		
					TÉRMICA	CONFORTO	
1							
2 ...(até 4)							

Fonte: Pesquisa, 2022. * Coluna destina a anotações quanto ao vento/nuvens/precipitação.

A partir desse texto trabalhou-se como se poderia fazer a observação direta dos estados do tempo diariamente com instrumentos simples e de fácil confecção, assim o futuro professor poderia propor projetos que consolidassem com seus alunos a elaboração de dados constantes nos territórios nos quais a escola na qual leciona se insere. A partir disto discutiu-se os elementos constituintes do clima e os fatores associados aos estados do tempo, os domínios climáticos, construção de climogramas e diferenciações locais.

As observações em cada local se deram por grupos de até 3 alunos que realizaram as observações em 4 locais distintos do município, cuja escolha deveria considerar distinções quanto à urbanização maior ou menor, posição quanto à vertente e presença de vegetação. A primeira parte da atividade foi a descrição da paisagem, considerando os aspectos mencionado, ainda a posição da vertente;

sentido da drenagem; revestimento, calçadas, tipificação de moradias das vias públicas. Para a aferição da paisagem e da temperatura utilizou-se de softwares disponíveis nos celulares, câmera fotográfica e medidor de temperatura (Figura 2).

Fonte: extraído dos trabalhos dos alunos

Figura 2. APP Termômetro utilizado para leitura da temperatura do ar.

Para a aferição da temperatura, os aparelhos telefônicos foram deixados por 10 minutos sobre um pedaço de madeira ou um recipiente plástico e sem incidência direta de sol. Em todos os locais a leitura e observação dos elementos do tempo foi realizada três vezes ao dia, às 7, 13 e 21 horas, por 4 semanas e três vezes em cada semana, totalizando 12 dias leituras para cada local escolhido. Foi necessário escolher termômetros que medissem a temperatura do aparelho, uma vez que muitos desses APP's utilizam dados diários de temperatura da internet.

Cada ponto amostrado teve os dados tratados com gráficos de linha e de barra, individual e comparativamente, cuja finalidade foi discutir quais fatores agiram preponderantemente para alterar os valores em uma mesma hora, nas médias em situações como dias chuvosos, ensolarados, ventosos, com muito tráfego etc. Os relatórios apresentaram todos os elementos obtidos, incluindo as planilhas e um mapa do município com os locais[2], as fotos das nuvens de cada momento observado e descrição delas, os gráficos e as discussões quanto aos elementos principais que puderam contribuir nas discrepâncias e semelhanças do tempo observado. Os resultados foram debatidos em um dia de aulas, contribuindo dialogicamente para a aprendizagem.

Cada grupo teve ainda que procurar entrevistar dois moradores de cada local pesquisado, visando estabelecer a percepção de alteração climática, pretendendo assim estabelecer percepções sociais para essa questão tão debatida contemporaneamente e quais aspectos do clima podem ter mudado, uma vez não haver dados suficientes em tempo de observação e espacialização que permitam aferir isso.

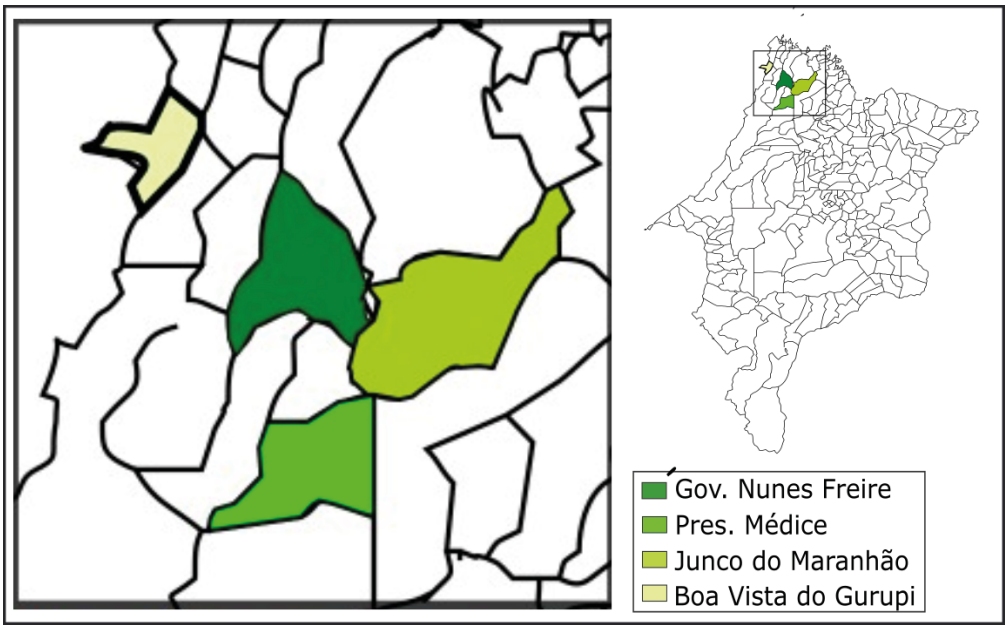
A práxis da atividade em climatologia geográfica nas turmas de licenciatura em Geografia nos municípios de Governador Nunes Freire e Pastos Bons, Maranhão

Os municípios nos quais se efetivou a atividade, como se pode observar na Figura 1, possuem influências maiores e menores quanto à maritimidade-continentalidade, predominando na paisagem, floresta ombrófila e cerrado; na geomorfologia, colinas suaves e altitudes baixas e chapadas e patamares; historicamente a fundação das cidades se deu a partir da construção da estrada que liga o Maranhão à Belém na segunda metade do século XX e pela ocupação do sul do estado pela pecuária por ocasião da colonização, respectivamente, em Governador Nunes Freire-GNF e Pastos Bons-PB (CPRM, 2013).

As turmas de licenciatura em Geografia fazem parte do programa *Ensinar*, da Universidade Estadual do Maranhão, que através de parcerias com as prefeituras, oferece formação para professores no interior do estado suprindo a demanda de formação de professores, bem como ofertar formação superior, visando "fortalecer a política de formação docente para a educação básica no Estado do Maranhão"[3], as turmas constituíam-se por 25 alunos em GNF e 22 em PB, resultando em 8 e 7 grupos respectivamente. Na primeira, havia ainda alunos de mais 3 municípios contíguos, na segunda, 4, o que permitiu estender o entendimento relacional do tempo-clima segundo os fatores locais em uma escala mais abrangente. Os trabalhos de campo foram realizados entre outubro de 2018 e maio de 2019.

Nos 4 municípios de pesquisados em GNF as temperaturas obtidas entre 06 e 07 horas apresentaram maior variação entre as temperaturas registradas em cada ponto, de 3,6°C, dentre todos os trabalhos realizados, na área da estrada BR 316, à margem da qual a cidade se criou a partir da década de 1970. Nos demais a variação manteve-se abaixo de 2,8°C para a manhã. As variações menores ocorreram na periferia, na qual se tem uma paisagem cuja 'presença de áreas verdes ainda é muito presente' (relatório de pesquisa da turma). Entre os municípios no entorno de GNF (Figura 3, em mapa confeccionado por um dos grupos) a maior temperatura matinal ocorreu em Presidente Médici (28,2°C), à margem da rodovia, como em GNF e, a menor em Junco do Maranhão (23,1°C), em um povoado rural.

A diferença entre a maior temperatura observada, de Presidente Médici e a menor, de Junco do Maranhão, foi de 5,1°C, para um mesmo dia.



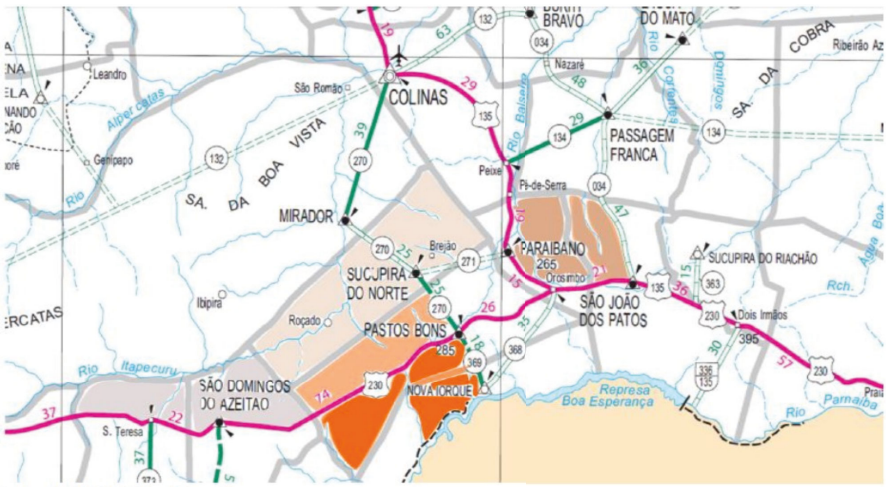
Fonte: Alunos Mara Dielly – Maria Almada – GNF.

Figura 3. Municípios pesquisados no polo de Governador Nunes Freire.

As temperaturas obtidas no período do meio do dia, entre 13 e 14 horas, apresentaram maior homogeneidade em cada ponto amostrado, porém com maior amplitude entre os pontos, variando entre 36,2°C (Presidente Médici) e 29,1°C (Junco do Maranhão) para um mesmo dia. Em Presidente Médici a área central mostrou a maior diferença entre todas as temperaturas, as menores ocorreram em Boa Vista do Gurupi, à margem do rio de mesmo nome.

Já as temperaturas noturnas variaram igualmente com grande amplitude entre os pontos amostrados dentro dos municípios e entre eles, para os mesmos dias. Em GNF ocorreram maiores diferenças entre o centro, à margem da estrada, 35,6°C e o lado Oeste, 29,7, no qual a precária urbanização mostra ruas em terra, casas abertas, sem muros e muita vegetação arbórea e arbustiva. Entre os municípios, a maior temperatura foi registrada em Presidente Médici, 35,9°C, a menor em Junco do Maranhão, 26,9°C.

Os resultados para os municípios de PB (Figura 4, produzida por um dos grupos) indicaram temperaturas maiores e menores que as da érea de GNF. Ali a continentalidade é mais pronunciada e a paisagem natural é a de cerrado. As maiores temperaturas matinais para um mesmo dia ocorreram em São Domingos do Azeitão, à margem da estrada, 28,9°C, as menores no centro histórico de Pastos Bons, 21,8°C. As amplitudes para cada ponto foram maiores na primeira cidade e menores em Nova York, à margem do lago da barragem no rio Paranaíba.



Fonte: IBGE 2010; internet.

Municípios	Pluviosidade /Temperatura Média Fonte: CLIMATE-DATE.ORG
Nova Iorque	1147mm/ 27,1°c
Pastos Bons	1352 mm /26,4°c
Sucupira do Norte	1401mm/ 25,4°c
São Domingos do Azeitão	1192mm/ 26,3°c
Paraibano	1338mm /26,5°c

Figura 4. Municípios pesquisados no polo de Pastos Bons.

As temperaturas da tarde apresentaram diferenças perecidas com as da manhã, nas quais São Domingos do Azeitão mostrou a maior máxima, 37,6ºC e a margem do lago, em Nova York, a menor, 30,7°C. Para um mesmo dia, a amplitude entre os pontos variou em 5,2°C, a máxima em São Domingos do Azeitão (36,5°C) e a mínima no centro histórico de Pastos Bons (31,3°C). As noites mostraram tendência similar ao que ocorreu com as temperaturas matinais, valores maiores para São Domingos do Azeitão e menores para Pastos Bons (35,4°C e 29,9°C, respectivamente para um mesmo dia). No que se refere às diferenças diária entre cada ponto, ressalta-se a maior homogeneidade em Nova York e a menor para Sucupira do Norte.

No que se referiu à observação do estado do tempo, a descrição objetivou associar as nuvens como uma maneira de fixar os conhecimentos e estimular o contexto da ocorrência de cada tipo ao estado do tempo. Assim, as fotos e a descrição com o que ocorrera e o que ocorreu após a leitura pode mostrar que nuvens acompanham e/ou indicam em estado de tempo, a Figura 5 mostra algumas imagens obtidas pelos grupos e a classificação das nuvens.

Ao se discutir todos os resultados e correlacioná-los, os erros de classificação das nuvens foram corrigidos pelo coletivo da sala de aula, com pouca intervenção do mediador-professor, uma vez que utilizaram os materiais disponibilizados digitalmente (AYOADE, 2006; VAREJÃO, 2006; CASTRO, 2018), bem como os motivos para as disparidades de valores de cada ponto, que foram discutidos e anotados pelos futuros professores no quadro e depois relatado e aprovado por todos. Assim fatores como as áreas mais altas, baixas; mais e menos densamente urbanizadas; de circulação maior de veículos; próximas à reservatórios de água, rios, brejos; de campo, de mata secundária ou de floresta; com solo exposto; sentido dos ventos e, outros fatores foram dialogicamente suscitados entre os alunos e discutidos para se chegar aos motivos dessas diferenças.

	Dia 26 de novembro: CUMULUS (CU), as nuvens desse tipo apresentam desenvolvimento vertical, São nuvens frequentemente isoladas com base horizontal e topo geralmente não muito elevado. Comumente se apresentam na cor branca e, às vezes, em um cinza mais claro, indicando, quase sempre, um tempo mais calmo e sem chuvas. (Artur Oliveira, Francisco Raivan, PB)
	Dia 24 de outubro. NIMBUSTRATUS (NS), dia com muita chuva, ventos fortes antes da tempestade ocorrer. No momento da leitura da temperatura a chuva estava chegando e depois veio um dilúvio. Essas nuvens são de chuvas intensas. (Rita Simone e Steffany Martins, PB)
	STRATOCUMULUS (SC): São classificadas como nuvens baixas. Apresenta-se em forma de fileiras e parecem flocos de algodão. Traz chuva fraca. Foram observadas nos dias: 21,22,26 e 28 de novembro e 05 de dezembro. Autoria: Maria Cristina e Regilene (GNF)

Fonte: Extraído dos trabalhos dos alunos.

Figura 5. Fotos das nuvens observadas nos pontos amostrais em GNF e PB.

No que se referiu à sensação e conforto térmico, as turmas concordaram haver discrepância das teorias e da verdadeira sensação que eles sentem, uma vez que pelas manhãs, com temperaturas que indicavam conforto térmico, muitos deles sentiam frio, mas todos concordaram com a classificação de desconforto obtida em todas as leituras no período da tarde, ressalvando que

nos dias chuvosos, apesar da temperatura alta, quando as chuvas permaneciam por mais de um dia, sentiam conforto. A Figura 6 mostra uma tabela preenchida com os resultados da classificação do desconforto/conforto.

DIA	5/10 5:28hs	12/10 5:28hs	19/10 5:28hs	26/10 5:28
TEMPERATURA	24°C	24°C	25°C	24°C
THOM	50% da população total sentem desconforto	50% da população sentem desconforto	50% da população sentem desconforto	50% da população sentem desconforto
THERJUNG	Leve desconforto	Leve desconforto	Leve desconforto	Leve desconforto
GARCIA	Ligeiramente fresco à Neutro	Ligeiramente fresca à Neutro	Ligeiramente fresco à Neutro	Ligeiramente fresco à Neutro
HENTSCHEL	Calor moderado	Calor moderado	Calor moderado	Calor moderado
IAG/USP	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
MARIA CRISTINA E REGILENE	Clima agradável	Clima agradável	Pouco frio	Pouco Frio

Fonte: Extraído dos trabalhos dos alunos.

Figura 6. Conforto Térmico em GNF.

A questão quanto às alterações climáticas que deveriam ser buscadas através de pesquisa com os moradores (143 foram entrevistados), em todas as 52 localidades nas quais se fez o levantamento, ao menos um entrevistado relatou haverem fatos do tempo-clima que parecem estar diferentes, em todos ocorreu a manifestação de chuvas mais intensas e concentradas e sensação de calor mais intenso, outras manifestações categorizadas indicaram: quantidade de chuvas menores; períodos de estiagem mais intensos; período dos dias na época das chuvas, menor; noites mais frias; noites mais quentes; chuvas com ocorrência em horários aleatório. Consensualmente as duas turmas concordaram haver alterações climáticas nessas localidades porém, com ressalva para quais seriam e que causas têm. Em Pastos Bons a turma sugeriu estudos que pudessem demonstrar essas alterações com maior precisão, com uma pesquisa mais acurada. Esta abordagem proposta não obteve resultados que possam ser considerados fidedignos dada a falta de preparação metodológica que os alunos ainda possuíam, uma vez estarem no início do curso, com pouca afeição ao universo de pesquisas em humanidades, diretamente com a sociedade.

Com a intenção de avaliar a aprendizagem proporcionada pela atividade proposta, aplicou-se uma prova com perguntas abertas quanto aos conteúdos necessários para uma boa bagagem que deva ter um professor de Geografia no

exercício da docência. Nela foram perguntados conceitos e relações de causa efeito: amplitude térmica, temperatura e seu comportamento com a geomorfologia, proximidade do mar, latitude, diferentes tipos de ocupação e uso do solo; nuvens e seus indicativos; albedo; radiação; efeito de particulados na atmosfera; tempo e clima; sazonalidade; ventos e zonas de pressão; circulação da atmosfera; equipamentos meteorológicos; meteoros. Os resultados indicaram de maneira geral uma aprendizagem média dentre todos os alunos de 8,72, sendo que o conteúdo menos apreendido foi o de sazonalidade e as diferenças térmicas e o de maior, os efeitos causados na temperatura pela geomorfologia e ocupação-uso do solo e variação da temperatura ao longo do dia relacionada às condições atmosféricas. A relação nuvem-tempo teve boa aprendizagem, acima da média geral.

Considerações finais

A proposta de atividade de observação do estado do tempo, com aferição da temperatura e desconforto pode levar à percepção do clima, em sua sucessão diária e anual, entre os alunos licenciandos, uma vez que os colocou diretamente na comparação do estado do tempo e a sensação de desconforto-conforto. A partir dos dados observados, a busca por explicação às diferenças encontradas em cada localidade pesquisada, os estimulou a buscar respostas, o que contribuiu para lançarem-se à contextualização, via práxis, dos fatores formadores do tempo-clima que são preponderantes, para o percebido. Isso vem de encontro ao que nos diz Silva (2014), que o professor deve identificar as interações que fazem seus alunos com os conteúdos, buscando [...] encontrar alguma vinculação entre o que está sendo ministrado e a vida que pulsa nos seus cotidianos. Tal ponderação exige a investigação de como o aluno aprende, de como ele constrói os conceitos, de como ele se apropria das linguagens e efetiva suas leituras do mundo". (SILVA, 2014, p. 222).

A práxis, especialmente quando as disciplinas podem ser mais aplicadas, como climatologia geográfica, é uma ferramenta indissociável da aprendizagem. Neste caso, os resultados indicaram que os conteúdos ligados às relações de produção de tempo locais contribuíram na aprendizagem com grande eficiência, estimulando, através da dialogicidade, a sedimentação dos conteúdos, demonstrados pelas assertivas causas preponderantes discriminadas pelos alunos para os resultados de cada localidade pesquisada. Corroborou nesta positividade os resultados da avaliação de conteúdos, na qual a média geral foi acima de 80% de acertos.

Convém ressaltar que buscar alternativas de aprendizagem na formação de professores é um passo para consolidar no futuro docente uma prática de sempre

estar avançando no saber e na busca de como ensinar, e que esta é uma etapa precursora, como disse Santana Filho (2014), e que seria contraditório esperar que o professor estivesse acabado quando terminasse sua formação acadêmica. Para que ele seja um educador é necessário "[...] fundamentalmente, despertar no professor a consciência do inacabamento, oferecendo-lhe, entretanto, fundamentos teóricos e metodológicos para tomada de decisão (SANTANA FILHO, 2014, p. 235).

Dessa maneira, estreitar a relação entre os conteúdos e lugar vivido é de vital importância para aprender-apreender e a partir disso abstrair e prospectar outros lugares e escalas, sendo um ponto inicial, a partir do qual se caminha. E a atividade aqui apresentada pode demonstrar que essa busca pelo nexo do local à ciência, pela via da Geografia, é uma maneira de se alcançar a aprendizagem e, não só, de possibilitar alavancar a aplicabilidade dos conhecimentos, ponto fundamental do ensinar.

Notas

2 A disciplina é ofertada no início do curso, o que não permitiu que os mapas pudessem ser mais bem elaborados, mas que se utilizou deste elemento para afeiçoar os discentes ao uso do *Google Earth* e programa gráfico InkScape, ambos livres.
3 Disponível em: <https://www.ensinar.uema.br/?page_id=8>.

Referências

ALCOFORADO, M. J. O clima como recurso na conferência técnica da organização meteorológica mundial**. Finisterra**, XLI, v. 82, p. 169-172, 2006. Disponível em: <http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2006-82/82_13.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2008.

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 11a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares Nacionais**: geografia. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências Humanas e suas tecnologias. Brasília: MEC,2006.

CASTRO. C. E. **Climatologia** [e-Book] – São Luís: UEMA; UEMAnet, 2018.

CAVALCANTI, L. de S.. A Geografia e a realidade escolar contemporânea: Avanços, Caminhos, Alternativas. In**: Anais I seminário nacional**: currículo em movimento - perspectivas atuais. Belo Horizonte, Novembro de 2010.

CAVALCANTI, L.S. **O Ensino de Geografia na Escola**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

CPRM. **Geodiversidade do Estado do Maranhão.** Programa geologia do Brasil

levantamento da geodiversidade. ORGANIZAÇÃO, Iris Celeste Nascimento Bandeira. Teresina: CPRM, 2013.

DANTAS, S.P. O Ensino de Climatologia Geográfica: uma abordagem de intervenção sobre os conceitos básico de Clima e Tempo**. Revista de Geociências do Nordeste**. v. 2, n. Especial, 2016.

FIALHO, E. S. Práticas do ensino de climatologia através da observação sensível. **Ágora**, v. 13, n. 1, p. 105-123, jan./jun. 2007.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada**: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Editorial síntesis S.A. 1985.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e Conforto Térmico no Espaço Urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). In: **Caminhos de Geografia**, v. 4, n. 10, p. 94-106, set. 2003. Disponível em: <www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/include/getdoc.php?id>. Acesso em: 12 mai. 2018.

KUBO, O.; BOTOMÉ, M. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais**. Interação em Psicologia**, v. 5, n. 1, 2001.

MELO, D.M. **Aprendizagem de Climatologia em Geografia no Ensino Médio Fundamentada na Teoria de Ausubel**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

MONTEIRO, C. A. F.. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. (Série Teses e Monografias, 25).

MONTEIRO, L. M. **Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos**. 2008. Tese (Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-25032010-142206/pt-br.php>. Acesso em: 18 set. 2009.

OLIVEIRA, D.J.L.; CHAGAS, F.L.R.; ALVES, W. S. Os desafios de ensinar a climatologia nas escolas. In: **II Congresso de Educação** - A Formação de Professores: uma proposta de pesquisa a partir da reflexão sobre a prática docente, Iporá, Goiás, Brasil, 2012.

SANTANA FILHO, Manoel Martins de. Notas sobre Geografia Escolar: da sua pertinência contemporânea e das coisas que desfocam a prática docente. In: TONINI, Ivaine Maria *et al*. (orgs.) **O Ensino de Geografia e suas composições curriculares**. Porto Alegre: Mediação, 2014. p. 227-239.

SANT'ANNA NETO, J. A Climatologia geográfica no Brasil: do que se tem produzido ao que se tem ensinado. in: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA**, 4., 2000, Rio de Janeiro, Anais. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. CD-ROM.

SANT'ANNA NETO, J. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese,

paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista ANPEGE**, v. 4, p. 1-88, 2008. Disponível em: <http://www.anpege.org.br/revista/ojs-2.2.2/index.php/anpege08/article/view/11/pdf4B>. Acesso em: 31. jul. 2010.

SILVA, J. L. B. Quais saberes constituem um bom professor de Geografia? In: TONINI, I. M. *et al*. (orgs.) **O Ensino de Geografia e suas composições curriculares**. Porto Alegre: Mediação, 2014. p.215 - 226.

SILVA, M. S. da; CARDOSO, C.. Desafios e perspectivas para o ensino de climatologia geográfica na escola. GEOSABERES: **Revista de Estudos Geoeducacionais**, vol. 10, núm. 20, 2019. , p. 1-17.

SORRE, M. Objeto e método da climatologia. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, Tradução de José Bueno Conti, São Paulo, n.18, p. 89-94, 2006.

SOUZA, D. M. de; NERY, J. T.. O Conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. **Geografia** (Londrina), v. 21, n.2. p.65-83, maio/ago. 2012. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/9798/13484>. Acesso em 12 jan. 2022.

STEINKE, E.T. Prática Pedagógica em climatologia no ensino fundamental: sensações e representações do cotidiano. **ACTA Geográfica**, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, p. 77-86, 2012.

VAREJÃO-SILVA, **Meteorologia e Climatologia.** Recife, 2006. Versão digital 2. Disponível em: <https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf>. Acesso em 02 fev. 2017.

VESENTINI, José W. (org). **Geografia e Ensino** – textos Críticos. 7.ed. São Paulo: Papirus, 2003.

ZOEZETO, A cidade de 77 climas. **Revista Fapesp**, v.92, out. 2003.p.53-57.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

¿PUEDEN LOS MOOC AFIANZAR LA ENSEÑANZA DE LOS RIESGOS NATURALES?: APRENDIZAJES BASADOS EN LA EXPERIENCIA Y PERCEPCIÓN DEL ESTUDIANTADO

CAN MOOCS ENHANCE TEACHING NATURAL RISK?: LEARNING BASED ON STUDENTS' EXPERIENCE AND PERCEPTION

Sandra Ricart[1]
Rubén Villar-Navascués[2]
María Hernández-Hernández[3]

Introducción

Con el paso del tiempo, el aprendizaje ha dejado de ser un proceso puntual ligado a una etapa vital determinada, por lo que la educación formal ya no es la única modalidad de aprendizaje posible (DILLAHUNT; WANG; TEASLEY, 2014). Con el avance de la tecnología de la información y las comunicaciones, la educación está cambiando la forma tradicional de aprendizaje, pues tanto el profesorado como el estudiantado cuentan con distintas opciones que maximizan los procesos educativos y de aprendizaje (SARABADANI; JAFARZADEH; SHAMIZANJANI, 2017). En la última década, los cursos online masivos y en abierto (en adelante, MOOC) se han convertido en una de las principales innovaciones tecnológicas promovidas en esta nueva tendencia de aprendizaje (JUNG; LEE, 2018). El fenómeno MOOC está íntimamente ligado a otros dos fenómenos que han tenido lugar en los años precedentes: 1) el auge de los contenidos publicados en abierto (*Open Educational Resources*) y 2) el aprendizaje social abierto (*Open Social Learning*) (LI; KIM; XIONG, 2020).

En comparación con los métodos educativos tradicionales, las plataformas MOOC no están limitadas por connotaciones de tiempo y espacio, lo que permite a los usuarios recibir servicios educativos en cualquier momento y en cualquier lugar, a través de dispositivos móviles u ordenadores conectados a la red (GU; XU; SUN, 2021). En este sentido, el estudiantado accede y se desvincula del sistema

1 Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5065-0074. E-mail: sandra.ricart@ua.es.
2 Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1693-7741. E-mail: rvnavascues@ua.es.
3 Instituto Interuniversitario de Geografía / Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Universidad de Alicante, España. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8823-0083. E-mail maria.hernandez@ua.es.

educativo ofertado por las plataformas MOOC de acuerdo con su situación vital, sus necesidades, demandas y su motivación para aprender (OSSIANNILSSON; ALTINAY; ALTINAY, 2016). Según el último informe publicado por el portal Class Central, más de 950 facultades y universidades en todo el mundo ofertaron un MOOC en 2021, con un número total de 19.400 cursos ofertados y más de 220 millones de estudiantes registrados, siendo Coursera y EdX las dos plataformas de mayor relevancia al concentrar la mitad de la oferta de cursos y de estudiantes inscritos. Sin embargo, en los últimos años han surgido dudas sobre el potencial de los MOOC para profundizar en el aprendizaje no formal debido a la elevada tasa de abandono (cerca del 90% de media global) y a los índices de calidad de los servicios prestados por los operadores de la plataforma y el conjunto del material ofertado por el profesorado (DELGADO-ALGARRA; SANCHEZ; OLMEDO et al., 2019).

La educación, considerada como una medida no estructural, es un motor fundamental para la reducción del riesgo de desastres porque transmite los fundamentos esenciales para las acciones de concienciación y mitigación del riesgo entre la población (MONTER; OTTO, 2018). Además, la creciente evidencia empírica de la relación causa-efecto entre la dinámica climática y el auge en frecuencia y severidad de eventos climáticos extremos tiende a promover un aumento en la percepción del riesgo y motivar cambios en los procesos de toma de decisiones a escala local y regional (ECHAVARREN; BALZEKIENE; TELESIENE, 2019). Por ello, prepararse para los desastres es una prioridad máxima para muchas instituciones educativas y gubernamentales, que necesitan aumentar la motivación del estudiantado y de la sociedad para reducir su vulnerabilidad al impacto de los desastres naturales (TSAI; CHANG; SHIAU et al., 2020). En este contexto, con la aceptación cada vez mayor del modelo de educación abierta de los MOOC y el concepto de aprendizaje permanente, la comunidad educativa presta cada vez más atención al rol de los MOOC para promover el desarrollo sostenible y preparar al estudiantado ante los retos futuros, como el cambio climático (HOXBY, 2014). Asimismo, las características de los MOOC facilitan los procesos de aprendizaje sobre cuestiones dinámicas en el espacio y el tiempo, como los riesgos y desastres naturales (KING; GURTNER; FIRDAUS et al., 2016), especialmente si tenemos en cuenta que la mayor parte del currículo escolar de la educación formal no incluye un análisis específico y en profundidad sobre riesgos naturales (EDEY; THOMPSON; CHERIAN et al., 2021).

Según las últimas actualizaciones en la base de datos de eventos de emergencia, EM-DAT, gestionada por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED, UClouvain), el año 2020 ha rivalizado con 2016 como el año más caluroso registrado a nivel global a pesar de la ausencia de efectos severos provocados por el fenómeno El Niño. Si bien el año 2020 será

recordado por la crisis global en términos económicos y de salud pública provocada por la pandemia del Covid-19, en este contexto la recurrencia de los eventos climáticos severos no ha cesado. Estos fueron, en gran parte, responsables de los 389 eventos registrados que causaron más de quince mil víctimas, casi cien millones de personas afectadas y pérdidas económicas de casi 200 mil millones de dólares. Según el último informe anual Sigma sobre las catástrofes naturales acontecidas en 2020 publicado por la multinacional de seguros Swiss Re Institute, Estados Unidos fue la región más afectada, con importantes extensiones de la costa este azotadas por huracanes e incendios forestales en la oeste, mientras que el medio oeste fue golpeado por un número récord de tormentas convectivas. Australia también sufrió sequías, incendios forestales y tormentas sin precedentes y Asia y Europa sufrieron inundaciones catastróficas.

Tal escenario requiere de un mayor impulso a la enseñanza sobre los riesgos naturales, la educación específica y el empoderamiento de las comunidades locales y las partes interesadas mediante el aumento de su sensibilidad y capacidad de adaptación a los riesgos naturales. Este es uno de los principales desafíos a abordar de acuerdo con la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente acorde a los objetivos 4 (Educación de calidad), 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y 13 (Acción por el clima) (PAUL; HANNAH; LIU, 2019; SHIMIZU; CLARK, 2019; TANNER; ARVAIL, 2018). Evaluar el nivel de conocimiento y percepción del riesgo es vital para comprender en qué medida se puede mejorar la capacidad de adaptación de la población (FAKHRUDDIN; BOYLAN; WILD et al., 2020) y su nivel de resiliencia necesaria no solo para resistir y recuperarse de un desastre, sino también para mejorar la preparación individual y colectiva. Con ello se facilita la toma de decisiones bajo presión y se promueve una mayor sensación de control o eficacia para afrontar un evento peligroso (KELLY; RONAN, 2018). En este sentido, los MOOC resultan de utilidad como herramientas de difusión del conocimiento teórico-práctico en riesgos naturales a la vez que reportan métodos de análisis, planificación y gestión para minimizar el impacto del riesgo (RICART; VILLAR-NAVASCUÉS; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, 2020).

El objetivo de este capítulo es profundizar en el perfil del estudiantado que ha superado el curso MOOC *Análisis geográfico del riesgo natural: Percibir, planificar y gestionar la incertidumbre*, así como caracterizar su comportamiento en base a su experiencia previa y percepción actual y futura de los riesgos naturales. Con ello se pretende caracterizar tanto su motivación como preocupación por la educación recibida sobre riesgos naturales.

Datos y Metodología

Mediante estadística descriptiva, este estudio de carácter exploratorio ha consistido en el análisis de los resultados de las encuestas de satisfacción que han completado el alumnado que superó el curso en su segunda, tercera y cuarta edición. En primer lugar, se ha identificado el perfil sociodemográfico de los y las discentes según sexo, edad, país y nivel de estudios. A continuación, se ha evaluado la motivación conforme a su interés por el aprendizaje en riesgos naturales y el grado de satisfacción obtenido con el contenido del curso. Por último, se ha analizado su nivel de conocimiento y experiencia previa en riesgos naturales, así como su percepción acerca de los riesgos que más preocupación les suscitan en la actualidad y en el futuro.

Origen y marco de análisis

Desde 2010, el Instituto Interuniversitario de Geografía en colaboración con la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Alicante imparte el Máster en Planificación y Gestión de Riesgos Naturales, tratándose del primer máster específico en España sobre riesgos naturales. La Fundación Carolina ofrece becas para fomentar la cooperación en materia educativa y científica entre España y los países de la Comunidad Iberoamericana de Naciones. Con periodicidad anual, y gracias a la colaboración entre el Instituto y la Fundación, se inicia un proceso de selección para becar estudiantes iberoamericanos interesados en cursar dicho Máster. En cada nueva edición, se superan el millar de solicitudes. El elevado número de solicitudes por cursar el Máster, junto con la existencia de la convocatoria del programa PENSEM-ONLINE (Plan de enseñanzas semipresenciales-online, Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa, Universidad de Alicante, BOUA 07/11/2018), facilitó la creación del curso MOOC *Análisis geográfico del riesgo natural: Percibir, planificar y gestionar la incertidumbre*. Se trata de un curso introductorio al contenido del Máster, con un objetivo doble: 1) Conceptualizar, desde la disciplina geográfica, la dimensión física, social y territorial del riesgo natural, y 2) Ofrecer herramientas de análisis y gestión del riesgo natural (RICART; VILLAR-NAVASCUÉS; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ et al., 2021). La finalidad última del curso es promover un análisis global de los aspectos conceptuales, metodológicos y perceptivos del riesgo natural para reducir la vulnerabilidad y promover la resiliencia de la sociedad y el territorio.

El curso

El curso se ofrece a través de la plataforma educativa online MiriadaX y cuenta con cuatro ediciones desde 2019 a razón de dos ediciones por año. No requiere de conocimientos previos y va dirigido tanto al ámbito académico-profesional como al público en general. Con una duración de siete semanas, el curso se estructura en seis módulos más un módulo introductorio y uno final de evaluación global del curso. Cada módulo se divide en cinco unidades temáticas, ofreciendo en cada una de ellas un video de presentación de entre 10 y 25 minutos (subtitulado y transcrito) y material complementario para su consulta (documentos técnicos, publicaciones, enlaces y vídeos). El equipo docente está formado por una decena de profesores del Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física de la Universidad de Alicante e investigadores adscritos al Instituto Interuniversitario de Geografía que imparten docencia en el Máster en Planificación y Gestión de Riesgos Naturales ofrecido por la misma universidad. La evaluación del curso consiste en un test parcial en cada módulo y de un test final que sintetiza el aprendizaje global del curso. En su primera edición, el curso contó con más de un millar de inscritos, y desde entonces, cada edición semestral ha contado con un mínimo de medio millar de participantes.

Resultados

Perfil sociodemográfico

La encuesta de satisfacción fue cumplimentada por los 473 alumnos que superaron el curso en sus tres últimas ediciones. En la Tabla 1 se resumen las principales características sociodemográficas del alumnado. El perfil tipo corresponde a un hombre, menor de 35 años, procedente de España o Sudamérica y con formación universitaria (licenciatura/máster).

Tabla 1. Perfil sociodemográfico en base a sexo, edad, procedencia y estudios

Perfil sociodemográfico	Estudiantes	Porcentaje (%)
Sexo		
Masculino	281	59,41
Femenino	189	39,96
Edad		
18-24	108	22,88
25-34	123	26,06
35-44	112	23,73
45-54	74	15,68
55-64	44	9,32
≥ 65	7	1,48
País/Región		
España	165	34,88
Sudamérica	198	41,95
Centroamérica y el Caribe	57	12,05
Otros países	14	2,96
Nivel de estudios		
Sin estudios	7	1,48
Graduado escolar	22	4,66
Formación Profesional	101	21,35
Grado/Licenciatura	187	39,53
Máster	127	26,91
Doctorado	26	5,5

Nota: No se reflejan los datos del alumnado que no ha contestado.

El 59% del alumnado que ha superado el curso son hombres y el 39% mujeres. Asimismo, con respecto a la edad, el grupo más numeroso lo representan aquellos/as entre 25 y 34 años (26%), seguido de las cohortes entre 35 y 44 años (23%) y de 18 y 24 años (22%). La proporción de discentes por grupo de edad varía según el sexo y la nacionalidad (Figura 1). Por lo general, en las mujeres y el procedente de Latinoamérica se distingue una mayor proporción de alumnado más joven, mientras que los hombres y los de nacionalidad española presentan una media de edad superior.

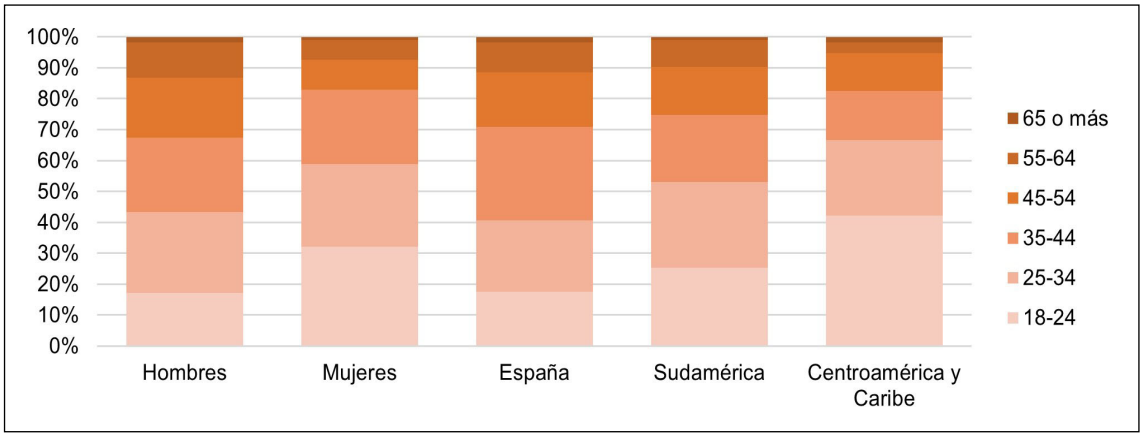


Figura 1. Proporción de alumnos por grupo de edad según sexo y nacionalidad.

Con respecto a la nacionalidad, la mayor parte del alumnado procede de España (34,8%), seguido de Perú (9%), Colombia (8,2%), México (8%), Ecuador (7%), Argentina (5,7%) y Venezuela (5%) como países que reportan un mayor número de discentes. Tan sólo 18 (el 3,8% del total) son de países de habla no hispana, de los que la mayor parte (14 de ellos), provienen de países de habla portuguesa (Portugal, Brasil, Angola y Mozambique). Por grandes regiones, la mayor parte del alumnado procede de Sudamérica (41,9%), seguido de Europa (37%) y de Centroamérica y el Caribe (12%). Hay que destacar que el alumnado procedente de Sudamérica presenta una proporción más paritaria en relación con el sexo, ya que las mujeres representan el 45,1% en comparación con el 38% en Europa y Centroamérica y El Caribe.

Por último, en relación con el nivel de estudios, hay que destacar que la mayor parte han recibido formación universitaria (71,2%), distinguiendo entre aquellos con estudios de grado o licenciatura (39,5%), estudios de máster (26,9%) y quienes han realizado un doctorado (5,5%). Del resto del alumnado, la mayoría ha realizado una formación profesional (21,3%), mientras que un porcentaje claramente inferior presentan un nivel de formación no superior al graduado escolar (4,6%) e incluso sin formación reglada (1,4%). Si bien no se observan diferencias sustanciales entre sexos, sí que se identifican contrastes entre nacionalidades en cuanto al nivel de estudios (Figura 2). Mientras que el perfil de los procedentes de España y otros países europeos es en mayor proporción universitario (86%), en los provenientes de Latinoamérica este porcentaje oscila entre el 58% (Sudamérica) y el 73% (Centroamérica y El Caribe), mientras un mayor porcentaje de alumnado procede de la formación profesional.

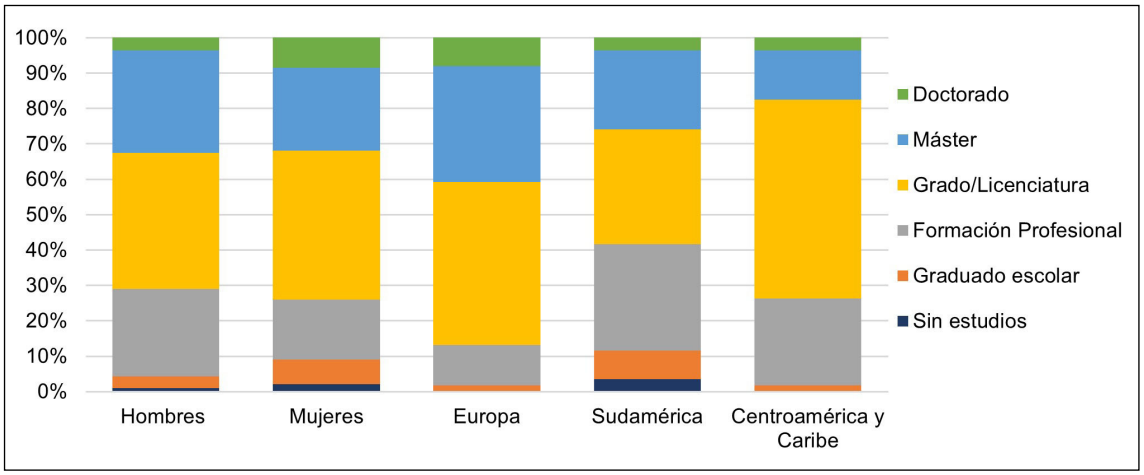


Figura 2. Proporción de alumnos por nivel de estudios según sexo y nacionalidad.

Motivación de los alumnos e interés en el curso

La mayor parte del estudiantado que ha superado el curso ha señalado que la principal razón para inscribirse fue una motivación profesional actual o futura (41,8%). Este motivo es mayor entre las mujeres (45,2%) que entre los hombres (39,2%), y más elevado entre los inscritos procedentes de Europa (44%) y Sudamérica (43,9%), que entre los provenientes de Centroamérica y el Caribe (36,8%). En segundo y tercer lugar quienes han superado el curso señalan que el interés personal por la temática (25,3%) y la motivación académica (19,8%) fueron las razones que los llevaron a realizar el MOOC. Al igual que con la razón señalada anteriormente, existen diferencias entre el perfil del alumnado que declara ambas motivaciones. La académica es más señalada por mujeres (23,9%) y estudiantes procedentes de Centroamérica y el Caribe (24,5%) y Sudamérica (23,7%), mientras que el interés personal es resaltado mayoritariamente por hombres (28,9%) y estudiantado proveniente de Europa (27,4%).

En líneas generales el módulo que ha resultado más interesante, atendiendo a sus respuestas, especialmente por su carácter aplicado, ha sido el módulo 4 (Sistemas de Información Geográfica –SIG- y cartografía del riesgo) (Figura 3) como ha señalado el 31,5% del alumnado. El interés por este módulo es especialmente elevado entre quienes han cursado un máster (36,5%), es de procedencia europea (35,8%) o tiene una edad comprendida entre 35 y 44 años (37,5%). En los comentarios del foro se reforzaba esta idea, ya que se argumentaba que el conocimiento práctico y metodológico para analizar y gestionar los riesgos naturales es de gran interés para el alumnado, quien en gran medida desea poder plasmar lo aprendido en el curso para la realización de cartografía y el desempeño de planes de prevención y gestión de riesgos naturales. Incluso algún alumno sugerió que se podría llegar a realizar un curso únicamente centrado en la aplicación de los SIG a la gestión y planificación de riesgos naturales.

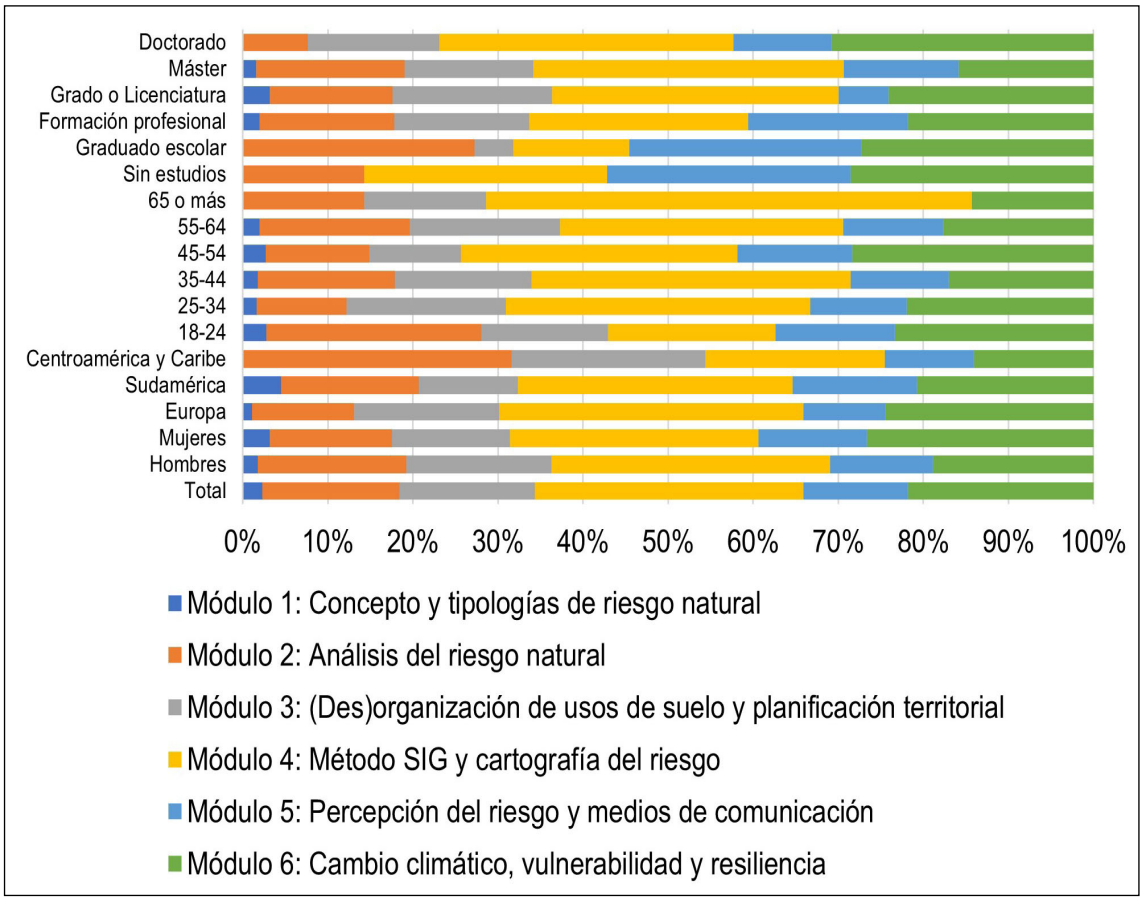


Figura 3. Módulo más interesante según el perfil del estudiante.

El segundo módulo destacado entre los más interesantes es el módulo 6, que trata sobre cambio climático, vulnerabilidad y resiliencia. Es señalado como tal por el 21,2% del alumnado, y especialmente por las mujeres (26,6%), el estudiantado europeo (24,4%) y aquellos con una edad comprendida entre los 45 y 54 años (28,3%). En tercer lugar, se sitúa el módulo 2, centrado en las bases teóricas e introductorias para el análisis de los riesgos naturales, identificado como tal por el 16% del total del alumnado, por el 31,5% del estudiantado de Centroamérica y el Caribe, y el 25,2% de la cohorte más joven. En cuarto y quinto lugar se sitúan los módulos 3 y 5, que tratan sobre planificación territorial y percepción del riesgo y medios de comunicación, respectivamente, señalados como más interesantes por el 15,8% y el 12,2% del total del alumnado. En último lugar, el módulo 1, sobre concepto y tipologías de riesgo natural, de carácter introductorio y eminentemente teórico, es el que genera menor interés (2,3%) tanto a nivel general como en base a las distintas variables analizadas (sexo, edad, procedencia y estudios).

Conocimiento, experiencia previa y preocupaciones futuras

En relación con el conocimiento previo sobre los riesgos naturales, en la mayor parte de los casos el alumnado dejó constancia de un conocimiento suficiente (44,3%), entendido como aquel nivel determinado por la experiencia vital en relación a la ocurrencia de un riesgo determinado, por lo que parte de los contenidos del curso forman parte de su día a día. En segundo lugar, destaca un tercio del alumnado (33,9%) con un nivel mínimo de conocimiento previo, para quienes los riesgos naturales les resultan familiares, pero carecen de formación específica (formal o informal) al respecto o una experiencia previa casi inexistente. En tercer lugar, se sitúa el estudiantado con conocimiento avanzado, con formación previa o dedicación profesional (13,6%) y, en último lugar, aquellos que indican que no tienen ningún conocimiento sobre riesgos naturales (8,1%). A este respecto, no existen grandes diferencias entre sexos ni país de origen, con la excepción de quienes proceden de Centroamérica y el Caribe donde, probablemente relacionado con una estructura por edades en la que prima un perfil de estudiantado más joven, hay una mayor proporción que indica un conocimiento mínimo (50,8%) y, por contra, una menor proporción de alumnado con conocimiento avanzado (8,7%) o suficiente (29,8%).

El 81,1% del estudiantado que ha superado el curso y realizado la encuesta afirma haber experimentado algún desastre natural. Este porcentaje no varía demasiado según la procedencia del alumnado, que oscila entre el 81,6% para los provenientes de Europa y el 89,4% para los de América Central y el Caribe. Por tipo de riesgos naturales padecidos, aquellas tipologías más relevantes (Figura 4) han sido las inundaciones (21,7%), seguidos por los terremotos (18,1%), las olas de calor (9%), los incendios forestales (7,6%) y las sequías (4,2%). Se observan, además, algunas diferencias entre regiones, ya que el alumnado europeo señala en mayor proporción las inundaciones (36%), olas de calor (15,3%) o heladas y temporales de nieve (6,1%), mientras que los procedentes de Sudamérica y Centroamérica y el Caribe indican otro tipo de riesgos que afectan, mayoritariamente, sus regiones, tales como terremotos (29%), movimientos de ladera (7%) o tornados y huracanes (10,4%).

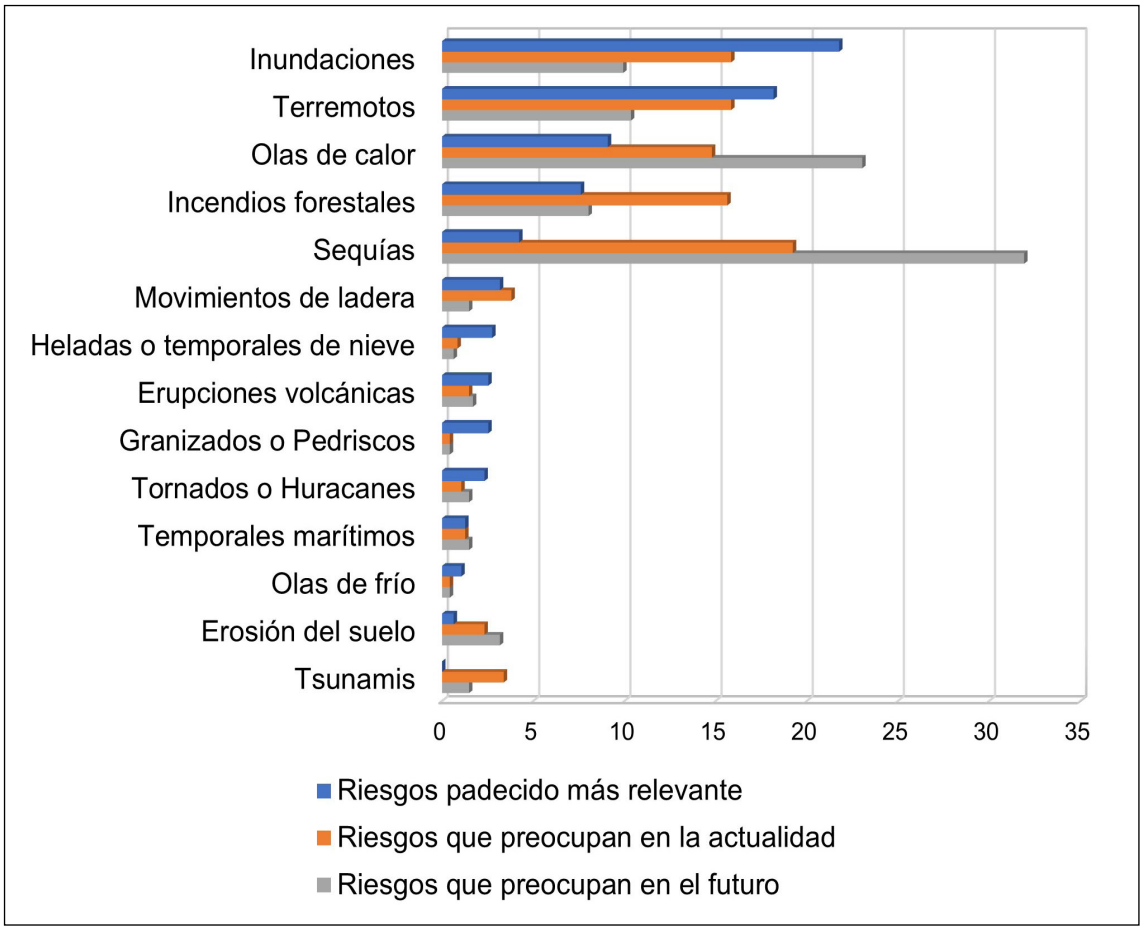


Figura 4. Riesgos naturales padecidos, que más preocupan en la actualidad y en el futuro.

Cabe destacar que aquellos riesgos padecidos por el alumnado no coinciden con los riesgos que les generan una mayor preocupación en la actualidad ni tampoco en un futuro próximo. Así, el riesgo identificado que más preocupa, tanto en la actualidad como en un futuro, son las sequías, señaladas por el 19,2% y el 31,9% del estudiantado, respectivamente, si bien sólo el 4,2% las había identificado como el riesgo más relevante que había padecido. Destaca, además, que para casi la mitad del alumnado de Centroamérica y El Caribe, las sequías son el riesgo que más preocupa de cara al futuro. Tras las sequías, los riesgos que más preocupan en la actualidad son las inundaciones y terremotos (15,80%), los incendios forestales (15,6%) y las olas de calor (14,8%). Con respecto a los riesgos que más preocupan de cara al futuro, en segundo lugar tras las sequías se sitúan las olas de calor (23%), que únicamente había sido señalado por el 9% del alumnado como el riesgo experimentado más relevante. En tercer lugar, el riesgo que más preocupa a medio plazo son los terremotos, identificado por el 10,3% del estudiantado. En cuarto y quinto lugar se refieren las inundaciones y los incendios forestales, identificados por el 9,9% y el 8% del alumnado, respectivamente.

Esta discordancia puede deberse a la influencia de los contenidos del curso, que han podido incidir en una mayor concienciación o preocupación por ciertos riesgos que han sido analizados más exhaustivamente en base a ejemplos a diferentes escalas (sobre todo en los módulos 4 y 6 en los que se realizan ejercicios prácticos), como las sequías, las olas de calor o los incendios forestales. Sin embargo, esta discrepancia también podría deberse a las casuísticas intrínsecas del fenómeno extremo padecido (ocurrencia, severidad), su impacto (pérdidas humanas y/o económicas) o de la capacidad de adaptación y resiliencia para recuperarse del impacto (ayudas recibidas, gestión del pre y post-desastre). En este sentido, la preocupación por ciertos riesgos naturales también está relacionada con el hecho de que el alumnado entiende que el cambio climático puede suponer un factor decisivo en modificar la frecuencia e intensidad de ciertos desastres naturales (Figura 5).

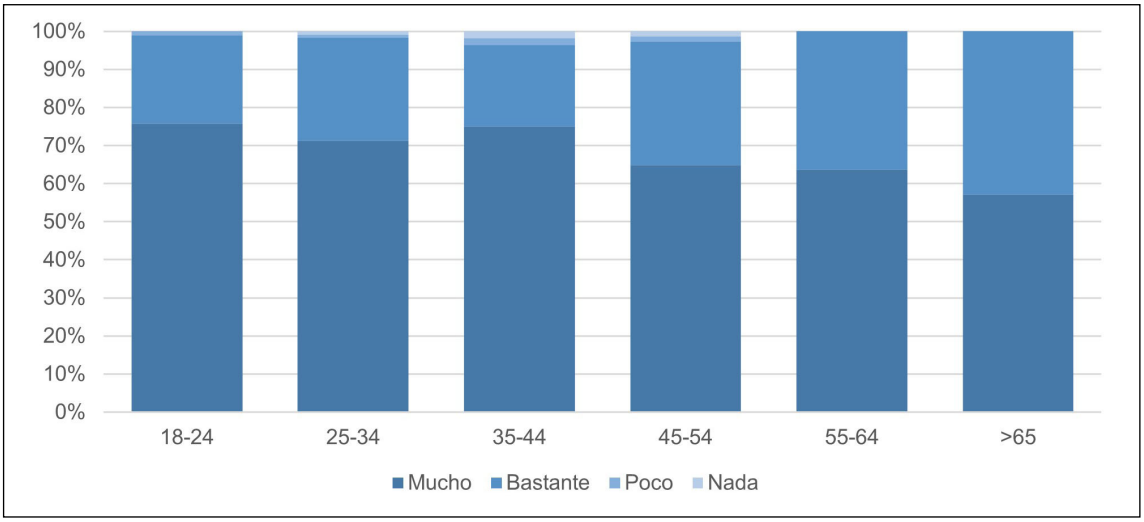


Figura 5. Impacto del cambio climático como causante del incremento y la intensidad de eventos naturales peligrosos según el grupo de edad de los encuestados.

De hecho, sólo el 1,9% considera que el cambio climático va a influir poco o nada en el aumento en cuanto a ocurrencia y severidad de eventos naturales peligrosos. Del resto, el 27,2% cree que el cambio climático incidirá de manera destacada en incrementar el número e intensidad de riesgos naturales, agravando los impactos socioeconómicos y los daños personales, mientras el 70,2% restante opina que el cambio climático influirá de forma muy importante en aumentar la ocurrencia e intensidad de riesgos naturales, lo que va a requerir el diseño de nuevas políticas de planificación y gestión del riesgo. Hay que destacar que la percepción de un mayor impacto del cambio climático como causa de la intensificación de los desastres naturales se produce sobre todo en los grupos de edad joven (18-24 años), adulto-joven (25-34 años) y adulto (35-44

años). Para los grupos de mayor edad la proporción de respuestas que indican un impacto relativo (bastante) en lugar de severo (muy grande) es mayor.

Discusión y conclusiones

Los cursos MOOC han experimentado una rápida expansión y popularidad gracias a su flexibilidad espacio-temporal en el proceso de aprendizaje, su diversidad temática y especialización, así como su gratuidad o reducido coste. Transcurrida una década desde su difusión global, existe cierto grado de saturación en la oferta, así como preocupación por una tasa de abandono al alza y cierta animadversión del profesorado para adaptar su rol al formato *e-learning* (DENG; BENCKENDORFF; GANNAWAY, 2020). Este capítulo ha profundizado en el perfil del estudiantado que ha superado el curso MOOC *Análisis geográfico del riesgo natural: Percibir, planificar y gestionar la incertidumbre* con el fin de conocer su experiencia previa y percepción actual y futura de los riesgos naturales, pues ambas características son básicas para mejorar la respuesta individual y colectiva ante los desastres naturales.

Los resultados obtenidos del estudiantado que ha superado el curso en sus últimas tres ediciones ponen de manifiesto la existencia de un perfil tipo de estudiante: hombre, menor de 35 años, procedente de España o Sudamérica (Perú, Colombia, México, Ecuador, Argentina, Venezuela) y con formación universitaria (estudios de grado o licenciatura). Su interés general en el curso es fruto de una motivación profesional para mejorar su conocimiento previo en materia de riesgos naturales, que se complementa con un interés específico por los módulos eminentemente prácticos (módulo 4: Sistemas de Información Geográfica y cartografía del riesgo, y módulo 6: cambio climático, vulnerabilidad y resiliencia) que son destacados como aquellos más útiles, en línea con el creciente interés por mejorar la gestión de los riesgos naturales mediante la implementación de medidas no estructurales (por ejemplo, la educación) en la planificación territorial (GOTO; PICANCO, 2021; NAKANO; YAMORI, 2021). Cuatro de cada cinco alumnos reconoce haber padecido los efectos de un desastre natural, destacando las inundaciones y los terremotos, además de varios fenómenos extremos relacionados con el auge de las temperaturas (olas de calor, incendios forestales y sequías), en línea con el estudio reciente de CHEN; CONG (2022). Sin embargo, existe una dicotomía entre los riesgos padecidos y aquellos que generan una mayor preocupación, siendo el riesgo de sequía el más señalado. Además, el alumnado reconoce que el cambio climático comportará un aumento en la ocurrencia e intensidad de los fenómenos extremos, lo que va a requerir el diseño de nuevas políticas de planificación y gestión del riesgo (ABAD; BOOTH; BAILLS et al., 2020).

En la actualidad, se ofertan una decena de MOOCs sobre riesgos naturales desde plataformas como Coursera, EdX, Udemy, FutureLearn o MiriadaX. Las principales temáticas analizadas son: 1) el origen de los desastres naturales y el rol de las políticas de gestión, 2) las características y trayectoria histórica de los grandes desastres, 3) los conceptos y tipologías de desastres naturales e (in)capacidad para controlar y predecir tales eventos, 4) los factores físicos y sociales que condicionan el riesgo de una sociedad por fenómenos extremos de origen natural, 5) ejemplos y problemáticas para el análisis de la gestión integral del riesgo de desastres, 6) acciones necesarias para reducir el impacto de los desastres en una comunidad local, 7) una hoja de ruta para prevenir y mitigar los efectos catastróficos de los desastres o 8) el desarrollo de respuestas éticas y responsables ante desastres en áreas afectadas por conflictos (RICART; VILLAR-NAVASCUÉS; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ et al., 2020). Sin embargo, algunas temáticas restan en un segundo plano sin aprovechar el potencial que ofrece el formato MOOC ni promover el rol activo del alumnado, tal y como requiere el análisis de la sociedad del riesgo (STRAUB, 2021). Por ello, se hace imprescindible promover MOOCs sobre riesgos naturales que combinen el aprendizaje dual –cualitativo/cuantitativo y pasivo/activo– de los riesgos naturales (WATSON; WATSON; YU et al., 2017). Se trata de profundizar en la percepción del riesgo que tiene el alumnado a escala local y regional, en paralelo al análisis de su experiencia previa y motivación por mejorar la gestión del riesgo y reducir su vulnerabilidad ante los fenómenos extremos (RAMOS; OLCINA; MOLINA, 2014). En este contexto, la posibilidad de combinar la enseñanza reglada y formal (máster) con la no reglada e informal (MOOC) puede servir para vertebrar una propuesta global de formación multifocal en riesgos naturales (SANDEEN, 2013) capaz de fomentar la adaptación y reducción del riesgo de desastres, tal y como recoge el Marco de Sendai para el periodo 2015-2030 (MIZUTORI, 2020).

Referencias

ABAD, J.; BOOTH, L.; BAILLS, A.; FLEMING, K.; LEONE, M.; SCHUELLER, L.; PETROVIC, B. Assessing policy preferences amongst climate change adaptation and disaster risk reduction stakeholders using serious gaming. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 51, 101782, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101782>.

CHEN, Z.; CONG, Z. Response efficacy perception and taking-action to prepare for disasters with different lead time. **Natural Hazards Review**, 23(1), 04021055, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000526>.

DELGADO-ALGARRA, E.J.; SANCHEZ, I.M.R.; OLMEDO, E.O.; LORCA-MARIN,

A.A. International MOOC trends in citizenship, participation and sustainability: Analysis of technical, didactic and content dimensions. **Sustainability**, 11, 5860, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11205860>.

DENG, R.; BENCKENDORFF, P.; GANNAWAY, D. Linking learner factors, teaching context, and engagement patterns with MOOC learning outcomes. **Journal of Computer Assisted Learning**, 35(5), 688-708, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jcal.12437>.

DILLAHUNT, T.R.; WANG, B.Z.; TEASLEY, S. Democratizing higher education: Exploring MOOC use among those who cannot afford a formal education. **The International Review of Research in Open and Distributed Learning**, 15(5), 177-195, 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i5.1841>.

ECHAVARREN, J.M.; BALZEKIENE, A.; TELESIENE, A. Multilevel analysis of climate change risk perception in Europe: Natural hazards, political contexts and mediating individual effects. **Safety Science**, 120, 813-823, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.08.024>.

EDEY, D.; THOMPSON, C.M.; CHERIAN, J.; HAMMOND, T. Online local natural hazards education for young adults: assessing program efficacy and changes in risk perception for Texas natural hazards. **Journal of Geography in Higher Education**, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/03098265.2021.1947204>.

FAKHRUDDIN, B.; BOYLAN, K.; WILD, A.; ROBERTSON, R. Chapter 12 – Assessing vulnerability and risk of climate change. En SILLMANN, J., SIPPEL, S. y RUSSO, S. (Eds.), **Climate extremes and their implications for impact and risk assessment**, pp. 217-241, 2020, Elsevier: London.

GOTO, E.A.; PICANCO, J.L. The role of risk perception outreach courses in the context of disaster risk management: The example of Sao Paulo city, Brazil. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 60, 102307, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102307>.

GU, W.; XU, Y.; SUN, Z.-J. Does MOOC quality affect users' continuance intention? Based on an integrated model. **Sustainability**, 13, 12536, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su132212536>.

HOXBY, C.M. The economics of online postsecondary education: MOOCs, nonselective education, and highly selective education. **American Economic Review**, 104, 528-533, 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.1257/aer.104.5.528>.

JUNG, Y.; LEE, J. Learning engagement and persistence in massive open online courses (MOOCS). **Computers & Education**, 122(1), 9-22, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.013>.

KELLY, B.; RONAN, K.R. Preparedness for natural hazards: Testing an expanded education- and engagement-enhanced social cognitive model. **Natural Hazards**, 91, 19-35, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3093-y>.

KING, D.; GURTNER, Y.; FIRDAUS, A.; HARWOOD, S.; COTTRELL, A. Land use planning for disaster risk reduction and climate change adaptation. Operationalizing policy and legislation at local levels. **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, 7, 158-172, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-03-2015-0009>.

LI, H.; KIM, M.K.; XIONG, Y. Individual learning vs. Interactive learning: A cognitive diagnostic analysis of MOOC Students' learning behaviors. **American Journal of Distance Education**, 34(2), 121-136, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/08923647.2019.1697027>.

MIZUTORI, M. Reflections on the Sendai framework for disaster risk reduction: Five years since its adoption. **International Journal of Disaster Risk Science**, 11, 147-151, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00261-2>.

MONTER, L.; OTTO, K.-H. The concept of disasters in Geography Education. **Journal of Geography and High Education**, 42, 205-219, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1339266>.

NAKANO, G.; YAMORI, K. Disaster risk reduction education that enhances the proactive attitudes of learners: A bridge between knowledge and behavior. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 66, 102620, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102620>.

OSSIANNILSSON, E.; ALTINAY, F.; ALTINAY, Z. MOOCs as change agents to boost innovation in higher education learning arenas. **Education Sciences**, 6, 25, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/educsci6030025>.

PAUL, J.D.; HANNAH, D.M.; LIU, W. Citizen science: Reducing risk and building resilience to natural hazards. **Frontiers in Earth Science**, 7, 320, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00320>.

RAMOS, R.R.; OLCONA, J.; MOLINA, S. Análisis de la percepción de los riesgos naturales en la Universidad de Alicante. **Investigaciones Geográficas**, 61, 147-157, 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/INGEO2014.61.10>.

RICART, S.; VILLAR-NAVASCUÉS, R.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, M. Aprendizaje y comportamiento del estudiantado en un curso MOOC sobre análisis geográfico de los riesgos naturales: Resultados y retos del e-learning. En ROIG-VILA R. (Ed.). **La docencia en la enseñanza superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas**, pp. 1323-1332, 2020. Octaedro: Barcelona. ISBN: 978-8418348112.

RICART, S.; VILLAR-NAVASCUÉS, R.; GIL-GUIRADO, S.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, M.; RICO-AMORÓS, A.M.; OLCINA-CANTOS, J. Could MOOC-takers' behavior discuss the meaning of success-dropout rate? Players, auditors, and spectators in a geographical analysis course about natural risks. **Sustainability**, 12, 4878, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su12124878>.

RICART, S.; VILLAR-NAVASCUÉS, R.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, M.; RICO-AMORÓS, A.M.; OLCINA-CANTOS, J. ¿Quién, cómo y cuánto se aprende?: Análisis del perfil y el comportamiento de los estudiantes inscritos en un curso MOOC sobre riesgos naturales. En **XI Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria. La transformación digital de la universidad (CIDU)**. 27-29 de Enero, 2021, La Laguna, Tenerife, España. Universidad de La Laguna.

SANDEEN, C. Integrating MOOCs into traditional higher education: the emerging "MOOC 3.0" era. **Change: The Magazine of Higher Learning***,* 45(6), 34-39, 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00091383.2013.842103>.

SARABADANI, J.; JAFARZADEH, H.; SHAMIZANJANI, M. Towards understanding the determinants of employees' e-learning adoption in workplace: A unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) view. **International Journal of Enterprise Information Systems**, 13, 38-49, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.4018/IJEIS.2017010103>.

SHIMIZU, M.; CLARK, A.L. A modern risk society and resilience-based public policy: Structural views. En SHIMIZU, M.; CLARK, A.L. (Eds.). **Nexus of resilience and public policy in a modern risk society**, pp. 13-31, 2019, Springer: Singapore.

STRAUB, A.M. "Natural disasters don't kill people, governments kill people:" hurricane Maria, Puerto Rico–recreancy, and 'risk society'. **Natural Hazards**, 105, 1603-1621, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04368-z>.

TSAI, M.-H.; CHANG, Y.-L.; SHIAU, J.S.; WANG, S.M. Exploring the effects of a serious game-based learning package for disaster prevention education: The case of the Battle of Flooding Protection. **Reduction**, 43, 101393, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101393>.

TSNNER, A.; ARVAI, J. Perceptions of risk and vulnerability following exposure to a major natural disaster: The Calgary flood of 2013. **Risk Analysis**, 38, 548-561, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/risa.12851>.

WATSON, S.L.; WATSON, W.R.; YU, J.H.; ALAMRI, H.; MUELLER, C. Learner profiles of attitudinal learning in MOOC: An explanatory sequential mixed methods study. **Computers & Education**,114, 274-285, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.005>.

RISCO SOCIOAMBIENTAL E ENSINO DE GEOGRAFIA: RELAÇÃO TEORIA-PRÁTICA E DISCUSSÃO NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO DOCENTE

SOCIO-ENVIRONMENTAL RISK AND TEACHING GEOGRAPHY: THEORY-PRACTICE RELATIONSHIP AND DISCUSSION IN THE CONTEXT OF TEACHER TRAINING

Carla Juscélia de Oliveira Souza[1]
Alícia de Oliveira Moreira Pereira[2]
Lucas Luan Giarola[3]

Considerações iniciais

A discussão política sobre desastres, prevenção, planejamento e gestão de riscos foi ampliada a partir da ocorrência de eventos extremos, decorrentes das condições climáticas, citados em documentos e em ações propostas por agências internacionais como ONU[4], e em protocolos como os marcos de Hyogo e Sendai, entre outros. Dentre as várias medidas citadas nos marcos verifica-se a meta de redução dos riscos de desastres (RRD)[5], proposta a ser considerada em política pública por países dos diferentes continentes, conforme o Protocolo de Sendai estabelecido para o período 2015 - 2030.

O debate e a prevenção para a redução dos riscos de desastres (RRD) constitui uma questão contemporânea e uma discussão necessária na educação básica também, diante do crescimento do número de desastres socioambientais que vêm ocorrendo nas duas últimas décadas deste século, especialmente no Brasil. Esses desastres ocorrem em diferentes escalas espaciais e seus efeitos - perda de vidas, de bens materiais, imateriais (culturais) e econômicos - apresentam tipologia, magnitude e abrangência diversa, podendo ser observados na escala local, global ou regional. Como exemplo, verificam-se os desastres e impactos decorrentes do rompimento das barragens nos municípios de Mariana (2015) e Brumadinho (2019), em Minas Gerais, cujo risco inicial relacionado às barragens é

1 Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeog) e do Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Minas Gerais, Brasil. Coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geografia, Educação e Riscos (GEPEGER). Membro do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Geografia (NEPEG). Membro do Grupo de Estudos de Cartografia para Escolares (GECE). Graduada, Mestre e Doutora em Geografia pela UFMG. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1426-4790. E-mail: carlaju@ufsj.edu.br.
2 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeog) da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Minas Gerais, Brasil. Membro do GEPEGER. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7485-9542. E-mail: aliciaoliveirapereira@gmail.com.
3 Graduado (Licenciatura) em Geografia pela Universidade Federal de São João del-Rei. Membro do GEPEGER. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7713-0215. E-mail: lucasgiarola09@gmail.com.

classificado como risco tecnológico (MARCHEZINI et al., 2017; ARMADA, 2018). As áreas de abrangência dos impactos desses dois rompimentos extrapolam bastante o local das instalações e os equipamentos das barragens. Para muitos, o fato ocorrido corresponde a um crime socioambiental, em decorrência da negligência quanto aos sinais e evidências de possível rompimento e a emissão de relatórios de segurança de natureza duvidosa. Segundo Armada (2021, p.20/21),

> A fragilidade verificada no controle e na fiscalização dessa atividade tem contribuído para a produção de desastres/catástrofes ambientais com grande impacto na sociedade. Infelizmente, Mariana e Brumadinho configuram dois exemplos dessa equação. [...] O envolvimento da sociedade no sentido de transformar o quadro que se apresenta significa exigir que o desenvolvimento econômico deva estar atrelado ao desenvolvimento social e que eventos como os de Mariana e Brumadinho não foram e não podem ser entendidos como meros 'acidentes de percurso'".

Além desses desastres e crimes, cujos impactos assolam ainda a vida da população, direta e indiretamente atingida, outros riscos e desastres, de magnitude pontual, podem ocorrer, como foi o caso da morte por afogamento do adolescente de 13 anos, em Belo Horizonte, em janeiro de 2021, ao tentar atravessar, de bicicleta, uma rua coberta por enxurrada, durante uma chuva torrencial típica do verão tropical. Nos dois exemplos ocorreram perdas de vidas humanas. Independentemente do número, a vida é preciosa e a perda de um ente familiar ou conhecido traz impacto social e afetivo em qualquer família e comunidade. Nesse sentido, a noção de desastre não se trata somente das perdas materiais, imateriais, da quantidade de vida perdida ou do espaço de abrangência do evento ocorrido, mas de uma ruptura (afetiva, social, econômica e ou cultural) na vida das pessoas. Compreender os fatores, as condições e as causas do ocorrido e não deixar mais acontecer constitui um passo importante em direção a prevenção de outros riscos de desastres, seja no âmbito de um indivíduo ou de uma comunidade.

A maior parte dos estudos sobre riscos e prevenção está voltada para o planejamento e gestão, com formulação de política e ações concebidas para a população em geral, que "não levam em conta como as populações experienciam os riscos, nem como estas percebem (ou se percebem) os riscos em sua vida. Em muitos casos, o resultado é o fracasso das ações mitigadoras dos riscos" (MARANDOLA; HOGAN, 2004, p. 27).

Corroborando com essa questão, autores de diferentes áreas como Warner (2018); Sulaiman e Jacobi (2018); Souza et al. (2019), entre outros, discutem sobre a importância da percepção das pessoas e da população sobre os riscos,

assim como a necessidade de se considerar ações de prevenção e medidas cabíveis em diferentes escalas. Medidas como monitoramentos, fiscalização e conhecimentos são como 'bens' relacionados à prevenção (WARNER, 2018) e, consequentemente, favorecem a redução dos riscos de desastres. Nesse sentido, defende-se a importância de se construir uma cultura de prevenção, que possibilita às pessoas responderem a perigos recorrentes e a criar soluções para lidar com ameaças complexas (WARNER, 2018; SULAIMAN; JACOBI, 2018).

A redução do risco de desastre (RRD) compreende diminuir as chances de ser atingido por alguma ameaça, aumentar a capacidade de resistência e considerar a capacidade das pessoas lidarem com os riscos (aspecto imaterial) a partir da percepção que se tem sobre os riscos (WARNER, 2018). Nessa perspectiva, a percepção que as pessoas e ou população têm sobre os riscos é conhecimento inicial para se buscar entender os riscos e seus diversos fatores e condicionantes. Portanto, conhecimentos como bens contribuem para o entendimento das ameaças, dos diversos tipos de riscos e da vulnerabilidade das pessoas e comunidades (SOUZA, 2020). Nesse contexto, se fala de educação para redução dos riscos de desastres (ERRD) como medida a ser considerada pela sociedade civil e pelo poder público (SILVA; SOUZA, 2016), que precisa considerar as realidades e as ameaças locais. Estas decorrem da combinação e interação de fatores de ordem natural e humana, que podem ser observados na paisagem e em territórios de riscos, construídos socialmente em espaço e tempo estabelecidos (LOURENÇO; AMARO, 2018) pela ação antrópica e pela natureza.

Conhecimento geográfico e conhecimento dos riscos na formação inicial

O conhecimento geográfico decorre de uma maneira de pensar o espaço, sua organização e produção; compreende pensar os fenômenos espaciais de ordem natural e humana, em diferentes escalas, atenta à localização, às causas, às distribuições das coisas e suas interconexões. Esse conhecimento envolve três domínios relacionados ao que se considera geográfico (GOMES, 2017). O primeiro, "[...] é uma forma de sensibilidade, uma espécie de impressão causada pela dimensão espacial. Trata-se de uma capacidade de situar coisas no espaço e de nos situarmos nele, ou seja, de dirigirmos os movimentos do corpo no espaço" (GOMES, 2017, p. 17). O segundo domínio refere-se a "uma forma de inteligência" uma inteligência espacial desenvolvida na cultura humana, composta por "[...] um conjunto de conhecimentos que são estabelecidos e transmitidos" (GOMES, 2017, p. 18) e possibilitam responder à questão 'onde?', com base na classificação dos espaços e nas localizações. O terceiro domínio, compreende uma maneira de responder "à especulação sobre as causas e formas de

entendimento da dispersão [...] tradições preocupadas em responder à questão do porquê da lógica das localizações, seja ela ordenada pelos elementos naturais e pelos humanos" (GOMES, 2017, p. 19). Nessa perspectiva de localização e do porquê aí, como, quando o desastre ocorre, leva a pensar que "[...] o risco interroga necessariamente a geografia que se interessa pelas relações sociais e por suas traduções espaciais" (VEYRET, 2013, p. 11).

Os riscos, entendidos como "uma nova perspectiva na percepção e análise dos espaços geográficos" (MENDONÇA, 2011, p. 115), constituem fenômenos socioambientais a serem considerados na educação básica, como conhecimento para a vida, e na formação de professores, como conteúdo socialmente importante a ser ensinado. Pois a capacidade de leitura do espaço, à luz dos Riscos, leva à formação de indivíduos e comunidades mais conscientes e, portanto, mais resilientes aos processos perigosos e ameaças (SOUZA et al., 2019).

O conhecimento dos riscos pode ajudar a evitar que pessoas sejam atingidas por uma ameaça, um processo perigoso. Nesse caso, o conhecimento como uma medida mais imediata e prática, fundamentada no conhecimento sobre a dinâmica do sistema natural e social. Além dessa perspectiva, a compreensão da interação das práticas socioeconômicas no espaço contribuem para entender as situações de moradias e condições de vida em espaço/território reconhecido como área de risco. Esse aspecto precisa ser percebido e refletido pelas pessoas, principalmente a questão das condições de maior ou menor vulnerabilidade social, devido a riscos de origem diversa - natural, social e ou misto (LOURENÇO, 2006; LOURENÇO; AMARAL, 2018). Nesse sentido, constrói-se um conhecimento que favorece a redução dos riscos de desastres a médio e longo tempo, qual seja o da não formação de outras áreas de riscos (SOUZA et al., 2019), logo, a não ocorrência de novos possíveis desastres.

No Brasil, o risco misto é equiparado à concepção de risco ambiental ou socioambiental. O uso do prefixo sócio junto ao termo ambiental varia de acordo com o autor. Mendonça (2001, 2004, 2009, 2011) utiliza o termo socioambiental em suas publicações. O autor discute os paradigmas relacionados à questão ambiental no contexto da ciência moderna e contemporânea e considera a importância de se reforçar a dimensão social na abordagem ambiental. Nesse sentido, o termo socioambiental tem sido amplamente utilizado em várias áreas, especialmente nas ciências Humanas e Sociais.

Para Veyret (2013, p.63), os riscos ambientais "resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território". Ainda, segundo a autora, há diversos tipos de riscos, porém muitos não são tratados pela Geografia. Mas, interessa a essa ciência aqueles,

> [...] cuja percepção e gestão são acompanhadas de uma dimensão espacial, [...] são classificados de acordo com os processos que os engendram: riscos ambientais (riscos naturais e riscos naturais agravados pelo homem); riscos tecnológicos; riscos econômicos, geopolíticos e sociais; e outros tipos de riscos (ex.: riscos maiores – terremotos, tsunamis; riscos urbanos) (ALMEIDA, 2011, p. 88).

Essa discussão e abordagem conceitual são importantes e necessárias, também, na formação docente, juntamente com os demais conhecimentos disciplinar, pedagógico, curricular e experiencial, comuns na formação do profissional professor, responsáveis pela educação básica no Brasil. No caso do Curso de Geografia, da Universidade Federal de São João del-Rei, o tema é abordado durante unidades curriculares (disciplinas) relacionadas aos conteúdos ditos da geografia física (geomorfologia, hidrologia, planejamento ambiental), da geografia humana (urbana) e, especialmente, ao ensino de geografia, em unidades identificadas como tópicos especiais - 'Cidades e riscos socioambientais no ensino de geografia e Educação geográfica e riscos: introdução ao tema'.

Algumas questões, que orientam as propostas de unidades curriculares referentes ao tema Riscos e Educação, são retomadas aqui e passam a constituir fio condutor auxiliar no desenvolvimento da discussão referente ao conhecimento geográfico como uma possibilidade para a redução dos riscos de desastres. Dentre as questões, destacam-se: C*omo se dá, na prática, a construção desse conhecimento? Quais conceitos e abordagem devem estar presentes nessa construção?*

Para tentar responder as questões, buscaram-se as experiências e as práticas educativas com conteúdos relacionados à geografia e aos riscos, desenvolvidas nos últimos anos, assim como parte das reflexões realizadas no Grupo de Estudos e Pesquisas em Geografia, Educação e Riscos (GEPEGER) e outros trabalhos. É importante ressaltar que não se tem a intenção de estabelecer um caminho, mas, sim, a partir de um caminho já percorrido refletir sobre as possibilidades metodológicas e a contribuição da geografia para a redução dos riscos, mobilizadas durante a formação de professor. No futuro, esse professor poderá dar continuidade a essas discussões na formação escolar.

No caminho percorrido, foram considerados conhecimentos relacionados à Geografia, aos Riscos e à noção de Prevenção, em situação de ensino-aprendizagem na formação acadêmica, por meio de oficina didático-pedagógica, ofertada em 2019. A partir da oficina, verificou-se a necessidade de se aprofundar as discussões sobre a ciência cindínica e os conhecimentos geográficos (re) contextualizados no ensino, entre os graduandos. Com base nessa constatação, foi proposta a unidade curricular intitulada Educação geográfica e Riscos: introdução

ao tema, ofertada em 2020 e 2022, cujos resultados e procedimentos didático-pedagógicos são apresentados e discutidos na seção seguinte, juntamente com a metodologia, o conteúdo e os resultados alcançados com a oficina 'Riscos ambientais e Cartografia Escolar: representação e interpretação espacial'.

Conhecimento geográfico sobre risco de desastres: discussão de práticas na formação docente

Geralmente, quando se diz construir um conhecimento, o processo inicial se dá pelo entendimento dos conceitos, que ocorre por meio de leituras, estudos e tentativas de aplicação dos conceitos lidos, por vezes ainda não aprendidos. Nesse caso, parte-se da abordagem teórica de um determinado conceito.

Na sala de aula espera-se que a aprendizagem para o estudante seja significativa, o que facilitará o entendimento do fato e ou conceito estudado, com base no conhecimento prévio que se tem sobre o assunto. Na comunidade, a discussão sobre redução dos riscos de desastres parte do coletivo, da realidade, da percepção que as pessoas têm sobre os riscos (SULAIMAN; JACOBI, 2018; SULAIMAN, 2021). Pensando, então, nessas duas situações de aprendizagem distintas, cujo objetivos podem ser os mesmos, o de construir conhecimento para a redução dos riscos de desastres, buscou-se, durante a referida oficina o caminho do diálogo, a relação prática-teoria que promovesse o levantamento da percepção que as pessoas têm sobre o assunto e o debate de conteúdos relacionados a geomorfologia, a hidrologia e a geografia urbana, à população (conhecimentos específicos acadêmicos), porém (re)contextualizados no entendimento dos riscos de desastres socioambientais, pensados para a situação de ensino de geografia.

Partindo dessa perspectiva e desses fundamentos teórico-conceituais, a escolha dos fenômenos inundação e alagamentos, no bairro Matosinhos, na cidade de São João del-Rei, potencializou a construção de conhecimentos relacionados ao tema Riscos. Nesse sentido, partiu-se de um fato, dos fenômenos conhecidos pela maioria das pessoas que vivenciam as inundações e os alagamentos, de uma Situação "cotidiana" problematizada (SOUZA; OLIVEIRA, 2011). Mas, se as pessoas já conhecem e vivenciam o fato e a dinâmica, *com o quê o conhecimento geográfico poderá contribuir, então?*

Pode-se dizer que a contribuição inicia com o entendimento a respeito da interação e relação entre inundação, alagamento, intervenção antrópica, formação de áreas de risco, vulnerabilidade e processo perigoso, que ocorrem em determinado recorte espacial e temporal. Nesse caso, um pensamento pautado na interação de sistemas distintos referentes à relação sociedade-natureza. E, ainda, um entendimento pautado na perspectiva sistêmica e conceitual

sobre o assunto, envolvendo um raciocínio complexo e totalizante sobre o espaço estudado. Ao se trabalhar essa relação, com base em uma abordagem pedagógica crítica e social (SAVIANI, 2008), é fundamental trabalhar, também, a percepção que se tem sobre o assunto.

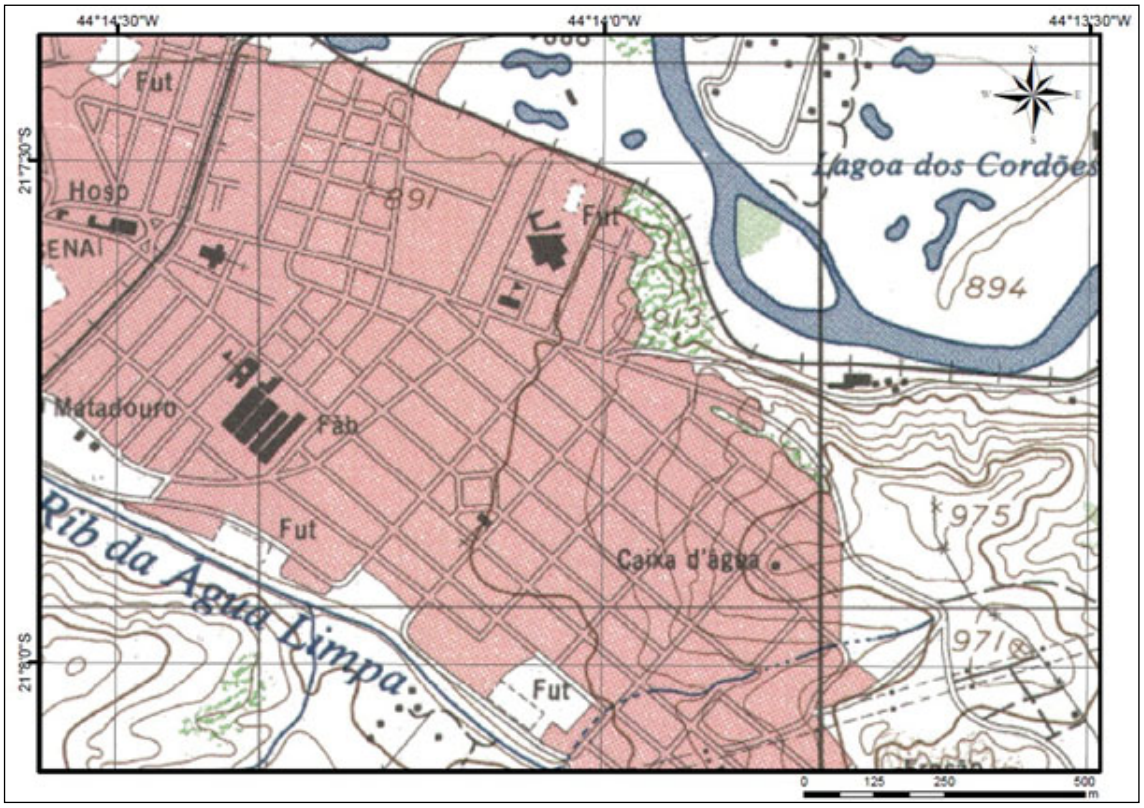
Nessa perspectiva, a questão conceitual e didático-pedagógica a ser desenvolvida é fundamental. Por isso, os cinco pilares que fundamentam as oficinas de geomorfologia e ensino, desenvolvidas por Souza e Oliveira (2011) são considerados uma referência metodológica. A proposta das autoras envolve a construção de modelos reduzidos e simplificados de uma base territorial, no formato de maquete geográfica elaborada com base em: Situação cotidiana problematizada, Saberes e conhecimentos integrados, Raciocínio complexo, Relação prática-teoria e Técnica de construção de maquete (SOUZA; OLIVEIRA, 2011, p. 177).

A oficina 'Riscos ambientais e Cartografia Escolar: representação e interpretação espacial do fenômeno alagamento e inundação' (Figuras 1 e 2) teve como objetivo representar e discutir possíveis condicionantes e espaços de risco socioambiental no contexto da cidade, a partir de referencial teórico no campo dos riscos, da geografia e da cartografia no ensino de geografia. E, discutir a espacialidade do fenômeno risco hidrológico a partir da interação infraestrutura, componentes físico-naturais e população.

Fonte: Acervo do Gepeger (2019).

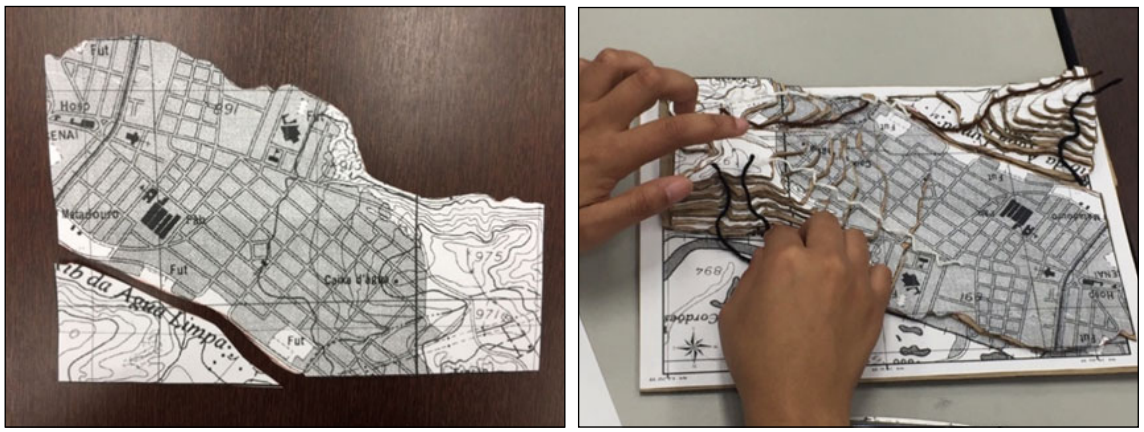
Figuras 1 e 2. Preparação do Laboratório de Prática de Ensino de Geografia e atividade prática da oficina.

Para tanto, foram necessários procedimentos técnicos (seleção da base topográfica para a confecção da maquete, Figura 3), teórico (leituras específicas, debates conceituais) e práticos (sistematização da parte técnica e teórica na elaboração do objeto de aprendizagem – maquete contendo evidência de processos pluviais e fluviais e áreas de riscos - Figuras 4 (a, b) e 5 (a, b) - acompanhados de debates sobre as condições e os condicionantes que favorecem a formação de áreas de riscos, sintetizados na maquete (Figura 6).



Fonte: acervo do Gepeger (2019).

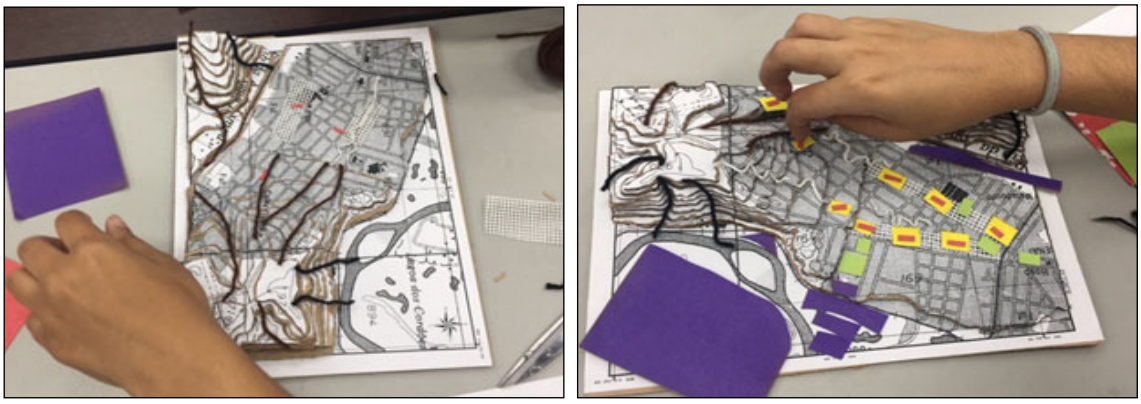
Figura 3. Base topográfica da área de estudo.



(a) (b)

Fonte: Acervo do Gepeger (2019).

Figura 4 (a e b). Registro da confecção do modelo simplificado das áreas de alagamento e inundação no bairro Matosinhos (Oficina, 2019).



(a) (b)

Fonte: Acervo do Gepeger (2019).

Figura 5. (a) Identificação dos principais caminhos do fluxo superficial nas vertente; (b) identificação de rede pluvial e bueiros (boca de lobo).

Os conceitos foram introduzidos gradativamente durante a socialização das ideias e foram aprimorados a partir de leituras e da aplicação dessas noções no contexto das "formas geográficas" (SANTOS, 1997) dos elementos fixos e fluxos se apresentarem na maquete (Figura 6).

Fonte: Acervo do Gepeger (2019).

Figura 6. Síntese da discussão sobre a relação dos componentes físico-naturais, sociais, processos e fluxos na formação de áreas de risco de alagamento e inundação (azul), representada na maquete.

Como resultado da oficina, verificou-se a ocorrência de aprendizagem significativa entre os graduandos quanto aos conceitos relacionados à ciência

cindínica (risco, perigo, vulnerabilidade e outros), quanto ao entendimento da relação dinâmica da natureza (precipitação, escoamento superficial e dinâmica fluvial), da intervenção antrópica e a formação de áreas de risco socioambiental. Geralmente, esses assuntos são estudados de maneira fragmentada no contexto de unidades curriculares específicas como geomorfologia, hidrologia, geografia urbana, entre outras. Esses assuntos e conceitos quando trabalhados na perspectiva da interação prática-teoria, em situação de estudo da realidade e do conhecimento geográfico aplicado, contribuem satisfatoriamente para a aprendizagem, em especial quando se dá por meio de um modelo reduzido e simplificado da realidade (maquete).

É possível afirmar também que, a visualização espacial com base na maquete demandou dos graduandos fazer a correspondência configuracional entre realidade e representação, uma forma de pensar e de sensibilidade comum à geografia. Somado a esse processo cognitivo de pensamento espacial, é necessário conhecer o comportamento da dinâmica pluvial em vertente, a fim de poder aplicá-lo no contexto da representação em maquete (Figura 6a). Para isso, foi necessário recorrer a literatura específica, no caso a dinâmica da vertente, com base em Christofoletti (2002), e articular a dinâmica de processo natural (escoamento superficial pluvial) com as condições da rede pluvial, por onde o escoamento das águas precipitadas possa ocorrer (Figura 5a), em situação de solos pavimentados, o que favorece a formação de áreas de alagamentos (Figura 5b).

A produção de maquetes favorece a visualização e o entendimento da transposição da representação bidimensional (carta topográfica) para a tridimensional, assim como trabalhar com habilidades referentes ao pensamento espacial e ao pensamento geográfico, uma forma de sensibilidade e de inteligência (GOMES, 2017). No caso da oficina, a visualização espacial da composição e distribuição dos elementos fixos (relevo e estrutura urbana) e dos fluxos (precipitação, escoamento superficial pluvial e fluvial) em contexto urbano (SANTOS, 1996), interpretados como fenômenos naturais, no caso dos fluxos, e (re)significados como processos perigosos e ameaças com base nos conceitos da ciência cindínica, possibilitou articular também as categorias espaciais - localização, distribuição, distância, extensão, posição e escala (MOREIRA, 2019) – inerentes ao pensamento e ao raciocínio geográfico. No presente caso, essas categorias contribuíram para o entendimento do fenômeno inundação e alagamento como áreas de risco socioambiental, ao possibilitar relacionar os aspectos físico-naturais com os antrópicos, considerando a localização, distribuição e conexão entre os mesmos no espaço e no tempo, na escala do vivido.

Nessa perspectiva dos trabalhos didático-pedagógico e teórico-conceitual, a interação de sistemas de ordem natural e antrópica foi discutida e verificada: - quando o homem tem força para modificar os aspectos do quadro natural, fazendo deste uma segunda natureza adaptada aos seus fins; quando conhecendo as

possibilidades e dinâmicas das condições naturais, o homem imagina, elabora, codifica, impõe um sistema regulador a fim de evitar os maiores danos sociais ou individuais (SANTOS, 1996).

A abordagem sobre os riscos, priorizada na oficina, esteve relacionada a eventos e sistemas ambientais, como aparece em muitos estudos e tendências sobre a questão dos riscos à luz da Geografia. Nessa perspectiva, pode-se dizer que é

> [...] riquíssima em pesquisas empíricas, mas carece, no entanto, de um esforço maior de avanço conceitual. Em geral, os termos e conceitos são adotados a partir de uma base anterior, sendo então aplicados em uma dada empiria. Os trabalhos dos geógrafos sobre os perigos naturais estão entre aqueles que aliaram os dois polos: a discussão conceitual e a empiria, embora a grande maioria dos autores tenha se dedicado ao segundo (MARANDOLA; HOGAN, 2004, p.34).

Embora os autores não façam referência à oficina realizada, mesmo porque ela ocorre 15 anos depois, a citação de Marandola e Hogan (2004) encontra-se contemporânea. Isso não significa dizer que a experiência prática-teoria e o estudo realizados com a oficina não sejam válidos e importantes. Mas, contribui para pensar e ampliar a discussão conceitual e a abordagem dos riscos, principalmente durante a formação docente.

A prática e a teoria envolvidas no desenvolvimento da oficina fortaleceram a importância do assunto na formação inicial de professores e, por isso, motivaram a oferta de outra unidade curricular, formato optativa, no curso de Geografia. Nesse caso, o objetivo foi introduzir o tema na discussão sobre a possibilidade de uma educação geográfica que favorece o entendimento dos riscos de desastres e, principalmente, a vulnerabilidade das pessoas e comunidades. Uma educação para a cidadania, para leitura do mundo, fundamentada no pensamento geográfico e no entendimento da interação natureza e sociedade e da produção do espaço. Portanto, uma educação geográfica mediada pelas abordagens dos riscos, da vulnerabilidade e da prevenção, na escola, pautadas no pensamento geográfico.

Nessa perspectiva, aproxima-se mais do olhar geográfico sobre as questões socioespaciais com ênfase nas pessoas e comunidades vulneráveis e, portanto, expostas a riscos diversos, em especial os classificados como riscos sociais. Esse fato ganhou destaque entre as discussões realizadas durante a unidade curricular intitulada Educação geográfica e Riscos: introdução do tema.

A referida unidade curricular objetivou apresentar e discutir a importância da temática riscos, bem como suas potencialidades no âmbito da educação geográfica. Diante desse objetivo, algumas possibilidades de trabalho foram estabelecidas: a)

leituras e discussão sobre a ciência cindínica, considerando diversos autores e tipologias de riscos; b) produção didática no contexto da educação geográfica e riscos e c) produção de material educativo: possibilidades e abordagens.

Parte dos resultados alcançados são apresentados e discutidos na seção seguinte, que aborda principalmente a percepção inicial dos graduandos sobre o tema, demonstrada por meio das representações (desenhos) e diálogos que delas decorreram. Para alguns estudiosos como Sulaiman e Jacobi (2018), Veyret (2013) entre outros, a percepção das pessoas e ou comunidade sobre os riscos é fundamental, quando se almeja discutir sobre prevenção e redução dos riscos de desastres. O risco é inerente à vida humana (ALMEIDA, 2011, 2012; VEYRET, 2013), é um construto social e, portanto, "não pode ser destacado sem levar em consideração a percepção que determinada comunidade tem dele, o contexto histórico, as relações com o espaço geográfico, os modos de ocupação e as relações sociais estabelecidas" (SILVA, PEREIRA, SOUZA, 2016, p.390).

Representações dos graduandos: desenhos e percepção inicial da temática riscos

O termo 'representação' é compreendido "como o processo pelo qual são produzidas formas concretas ou idealizadas, dotadas de particularidades que podem também se referir a um outro objeto, fenômeno relevante ou realidade" (KOZEL, 2005, p.140/141). Nesse sentido, as representações realizadas pelos graduandos, em formato de desenho e em pequenos trechos escritos, contribuíram para se conhecer a ideia que os estudantes tinham sobre o tema riscos no contexto dos estudos geográficos. Representações vinculadas às subjetividades, particularidades e trajetórias de cada estudante em relação ao pensar espacialmente situações de risco e perigo.

As representações foram essenciais para reorganizar o conteúdo e o planejamento pedagógico previstos para a disciplina, visto que os desenhos evidenciaram imagens mentais e relações espaciais que os alunos possuíam, inicialmente, a respeito dos riscos. Essas imagens e relações expressam, em parte, a percepção que os estudantes trazem sobre o tema, podendo ser discutida a partir de abordagens distintas. No presente caso, levando em consideração os elementos geográficos e cindínicos, os desenhos foram analisados e agrupados segundo 3 abordagens, identificadas por Silva (2017) como categorias, compostas por trinômio de termos relacionados aos riscos, a saber: 1) risco/fenômeno/processo perigoso; 2) vulnerabilidade/risco/processo perigoso e 3) risco/percepção/educação para prevenção.

A primeira refere-se a abordagem do tema do risco com ênfase nos processos físico-naturais e ou biológicos, entendidos como processo perigoso, uma ameaça. A segunda categoria, refere-se à abordagem cujo levantamento

e discussão partem da vulnerabilidade das pessoas e ou comunidades, para posteriormente verificar os riscos decorrentes de processos que se tornam perigosos, uma ameaça. A terceira categoria compreende a abordagem dos riscos a partir da percepção das pessoas e o interesse pela educação para a prevenção. Do total de 12 representações realizadas pelos estudantes, 7 desenhos (58,3%) dialogam com o trinômio risco/fenômeno/processo perigoso. As representações apresentam elementos que enfatizam a relação dos fenômenos físico-naturais, considerando processos, dinâmica, ocorrência e danos causados a partir de fenômenos naturais como inundações, incêndios e deslizamentos. Na Figura 7, observa-se a organização do espaço composta por rede hidrográfica e estrutura urbana e rural, com destaque para a cheia do rio na parte central do desenho. Com base na explicação do autor, a cheia e a inundação decorrem das alterações realizadas no canal e no uso do solo e ocupação do relevo, no contexto da expansão do espaço urbano. Nota-se que a percepção e a abordagem do risco de desastre se dá com base nos aspectos físico-naturais e antrópicos, valorizando principalmente os processos e a dinâmica fluvial.

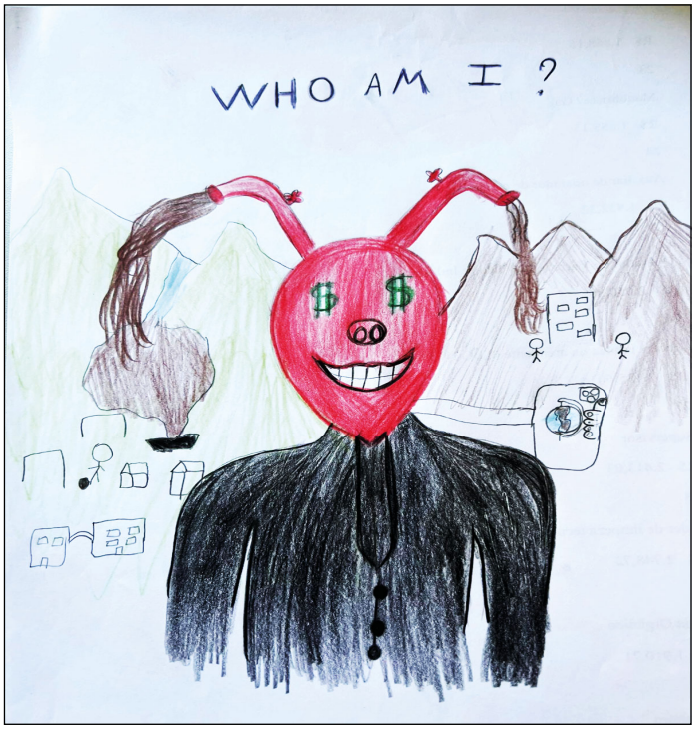
Fonte: Acervo dos autores (2022).

Figura 7. Desenho elaborado pelo graduando A, compreendendo a abordagem risco/fenômeno/processo perigoso, na unidade curricular.

Em relação ao trinômio vulnerabilidade/risco/processo de risco, Silva

(2017) aponta que nesta abordagem destacam-se estudos que consideram as condições objetivas e subjetivas de fatores que aumentam a predisposição de uma comunidade de ser afetada por um fenômeno/perigo, ou seja, que interferem no maior ou menor grau de vulnerabilidade. Ademais, compreende também "a percepção do risco pela própria população e pelo indivíduo" (SILVA, 2017, p.49). No que tange às representações dos estudantes, 25% dos desenhos elencaram elementos referentes à vulnerabilidade dos sujeitos frente à situações de risco e perigo. Os desenhos, em questão, conferiram enfoque nas condições de vida e moradia das populações, ressaltando desigualdades socioeconômicas e segregações socioespaciais que conferem maior ou menor grau de vulnerabilidade.

Na Figura 8, é possível identificar a preocupação com as relações políticas, sociais e econômicas que produzem situações de risco e perigo para os sujeitos. O personagem "*Who am I?*" (quem sou eu?) faz alusão ao capitalismo, sistema de produção que a fim de obter lucro produz riscos de diferentes ordens. Na imagem, é possível fazer relação do sistema capitalista com a mineração.



Fonte: Acervo dos autores (2022).

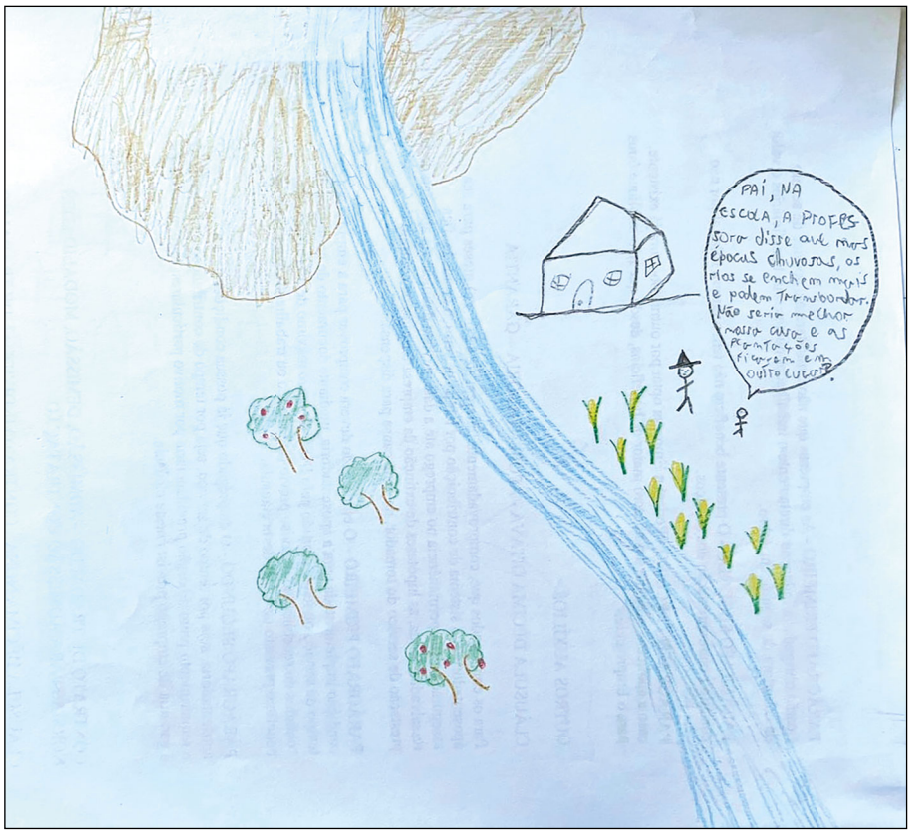
Figura 8. Desenho elaborado pelo graduando B, compreendendo a abordagem vulnerabilidade/risco/processo perigoso.

A representação da Figura 8 permite discutir a respeito das macroestruturas políticas e econômicas e extrapolar a questão dos processos e sistemas natural e social. Nessa perspectiva, Marandola e Hogan (2004) discutem sobre a necessidade de a Geografia contribuir para o estudo sobre os riscos para além

da abordagem empírica e funcionalista de processos e sistemas. Conforme os autores, nos estudos geográficos,

> [...] em geral há uma preocupação, localizada, que analisa as dinâmicas envolvidas (sejam de origem natural, social ou tecnológica), sem uma ligação mais evidente com as macro-estruturas sociais ou culturais. Há, portanto, o predomínio de uma postura pragmática e funcionalista nestes estudos (MARANDOLA; HOGAN, 2004, p. 27).

A terceira abordagem verificada entre as representações dos estudantes, em menor porcentagem (16,7%), refere-se ao trinômio risco/percepção/educação para prevenção. Nos desenhos, as categorias de análise da Geografia paisagem e lugar foram citadas, assim como as situações de perigo ou ameaças que ocorrem na escala local, percebidas no cotidiano dos sujeitos (Figura 9). As potencialidades dessa abordagem de riscos no processo educativo, com vistas a viabilizar a organização das pessoas para se prevenir aos desastres e não apenas reagir após o ocorrido, são discutidas por diferentes autores, de diferentes áreas como Sulaiman e Jacobi (2018) e Souza et al. (2019).



Fonte: Acervo dos autores (2022).

Figura 9. Desenho elaborado pelo graduando C, compreendendo a abordagem risco/percepção/educação para prevenção, na unidade curricular.

> "Pai, na escola a professora disse que nas épocas de chuvas, os rios se enchem mais e podem transbordar. Não seria melhor nossa casa e as plantações ficarem em outro lugar?" (Texto transcrito do desenho da Figura 9).

A representação trazida abrange como principal elemento a relação sociedade-natureza, com destaque para a exposição humana à dinâmica natural do rio, que no contexto dos riscos é compreendida como processo perigoso, uma ameaça, levando as pessoas a situações de risco. No ensino de geografia, é possível problematizar a espacialidade e os elementos envolvidos na ocorrência de áreas de riscos socioambientais e nesse caso destacar,

> […] os motivos da maior ou menor vulnerabilidade das pessoas a esses riscos, o como se origina o risco e, ainda, é possível questionar a situação do próprio espaço de vivência, quanto à infraestrutura, saneamento, transporte, saúde, emprego, lazer e tantos outros aspectos" (SOUZA, 2013, p.115).

Com base nas três abordagens, identificadas por meio dos desenhos, as discussões entre os estudantes foram ampliadas e aprofundadas quanto às possibilidades de trabalhos com o tema risco, para além da abordagem físico-natural, destacada pela maioria (58,3%). Esse fato é constatado, materialmente, durante a discussão sobre riscos por meio da seleção, descrição e reflexão com base nas imagens recortadas em revistas. Esse material e discussões culminaram na elaboração coletiva de um painel (Figura 10), contendo as principais ideias e abordagens sobre riscos, tipologia, educação geográfica e abordagens. Se nas representações iniciais 58,3% dos desenhos apresentavam ênfase nos componentes físico-naturais do espaço, nos processos e na presença humana, remetendo aos riscos naturais, na representação coletiva, no formato painel, predominaram as imagens referentes aos riscos antrópicos e socioambientais, com destaque para o risco social, relacionado à violência, pobreza, exclusão, etc. Termos como medo, insegurança, resistência, resiliência e educação foram citados e registrados. Nesse sentido, nota-se a ampliação das discussões e das abordagens dos riscos social e ambiental entre os estudantes, que puderam refletir sobre o conhecimento geográfico e a transformação social por meio da educação para a redução dos riscos de desastres à luz da Geografia.

Fonte: Acervo dos autores (2022).

Figura 10. Painel coletivo, sobre as escolhas e representações dos graduandos sobre a relação educação geográfica e riscos.

Considerações finais

Com base nos resultados materiais (maquetes produzidas e painel coletivo) e imateriais (discussões e conhecimentos construídos) elaborados de maneira significativa, tem-se a certeza de que esses conhecimentos e experiências poderão ser mobilizados e aplicados em outros contextos de ensino-aprendizagem de geografia, cujos assuntos serão relacionados às questões dos riscos à luz da Geografia. Dessa forma, reafirma-se a importância do tema na formação inicial de futuros professores de geografia.

A construção desse conhecimento por meio de debates, fundamentados em conhecimentos teórico-conceituais e na realidade vivida, percebida e concebida, pelos diferentes sujeitos, possibilita uma aprendizagem significativa e transformadora quanto à percepção inicial sobre o assunto riscos. Nesse caso, o percurso metodológico e a diversidade de linguagem utilizada - cartográfica, imagética, jornalística, entre outras, contribuíram com o processo de ensino-aprendizagem. Nesse percurso, os conteúdos e a abordagem dos assuntos incluíram metodologias fundamentadas tanto na abordagem empírica do fato, quanto na fenomenológica

e dialética dos fenômenos geográficos estudados, no contexto da discussão dos riscos socioambientais. Em determinados momentos, os fenômenos naturais foram considerados na perspectiva sistêmica. Porém, quando considerados em interação com os sistemas sociais e as macroestruturas econômicas e políticas passaram a ser percebidos dentro de um pensamento dialético e complexo.

Somada a essas abordagens, não se pode deixar de considerar os elementos relacionados ao pensamento e ao raciocínio geográfico em situação de estudo, explicação e interpretação de um dado fenômeno, no caso o de formação de área de risco de inundação e alagamento.

A linguagem cartográfica contribui para o entendimento da distribuição dos componentes espaciais que auxiliam na explicação da ocorrência de áreas de riscos. Nesse sentido, a cartografia como linguagem favorece o pensar e o fazer geografia, contribuindo com possível resposta para questões referentes ao onde, o quê, quando, como se dá a distribuição espacial do fato, como se conectam, entre outras possibilidades de análise e explicação espacial. A cartografia, muitas vezes entendida como técnica, precisa ser percebida como linguagem que permite comunicar e representar um fato, um fenômeno geográfico seja no mapa e ou na maquete. Conceitos e habilidades como visualização e percepção espacial, relacionadas ao pensamento espacial, podem ser construídos por meio de diversos procedimentos e ações pedagógicas, no âmbito acadêmico ou escolar, e no contexto de diversos conteúdos, ao mesmo tempo que esses conceitos e habilidades são mobilizados durante uma interpretação espacial, relacionada às condições e situação de riscos.

Diante do exposto, não há dúvidas quanto à contribuição do conhecimento geográfico para se pensar sobre o ensino-aprendizagem dos conteúdos relacionados ao tema Riscos. Uma vez alcançado esse conhecimento, entre os estudantes e entre a população, as chances para se prevenir, resistir, mobilizar e enfrentar os riscos, que direta ou indiretamente atingem as pessoas e comunidades, são ampliadas. Portanto, a questão do risco de desastre deve ser centrada nas pessoas, com práticas e atividades que considerem a variedade de perigos existentes (MARCO DE SENDAI, 2015), identificados e compreendidos com base em diversos conhecimentos, entre eles o geográfico.

Notas

4 Em 1994 ocorreu a 1ª Conferência Mundial sobre Prevenção de Desastres Naturais, na qual foi apresentado a Estratégia e Plano de Ação de Yokohama, que representa o primeiro plano para a criação de uma política de redução de desastres com orientações sociais comunitárias. Em seguida, as Nações Unidas criaram

um secretariado permanente em Genebra, de modo a impulsionar a estratégia internacional para a redução de desastres (ISDR). A missão do secretariado do UN/ISDR é promover, no âmbito do desenvolvimento sustentável, uma maior consciência da importância da redução de desastres, de modo a tornar as comunidades mais resilientes aos riscos naturais (RODRIGUES, 2010, p. 223).

5 Em 2002, o Plano de Implementação de Joanesburgo, identificou a necessidade de uma ação integrada, para múltiplas ameaças, dando prioridade às vulnerabilidades, à avaliação de riscos e à gestão dos desastres. Em 2005, na Conferência Mundial sobre Redução de Desastres, em Kobe/Japão, 168 países membros das Nações Unidas, entre os quais Portugal, adoptaram, a Declaração de Hyogo e o Quadro de Acção 2005-2015: Construir a Resiliência das Nações e das Comunidades face aos desastres. Estes dois documentos, de natureza política, afirmam por um lado a responsabilidade dos estados em proteger as populações dos desastres, por outro lado apresenta o pensamento estratégico internacional concebido de modo a promover a emergência de uma cultura de prevenção baseada na redução das vulnerabilidades (RODRIGUES, 2010, p. 224).

Referências

ALMEIDA, L. Q. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia. **Revista Mercator**, v.10, n. 23. Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/559>. Acesso em: 08/05/2022.

ARMADA, C. A. S. Os desastres ambientais de Mariana e Brumadinho em face ao estado socioambiental brasileiro. **Territorium**, Coimbra, n. 28, v. 2, 2021, p. 13 - 22. Disponível em: <https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/6392/6967>. Acesso em: 08/05/2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 239p.

GOMES, P. C. da C. **Quadros geográficos** - uma forma de ver, uma forma de pensar. Rio de Janeiro: Bertrand, 2017.

KOZEL, S. Comunicando e representando: Mapas como construções socioculturais. In. SEEMANN, Jörn (Org.). **A aventura cartográfica**: perspectivas, pesquisas e reflexões sobre a cartografia humana. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2005.

LOURENÇO, L. Análise de riscos e gestão de crises. O exemplo dos incêndios florestais. Coimbra. **Territorium**, v.10, p. 89 - 98, 2003. Disponível em: <https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/1647-7723_10_6/2705>. Acesso em 20/05/2022.

LOURENÇO, L. Riscos naturais, antrópicos e mistos. **Territorium**, n. 14, p.109-113. Coimbra, 2006. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/

Documentacao/Territorium/T14_artg/T14NNR01.pdf>. Acesso em 20/06/2022.

LOURENÇO, L. e AMARO, A. **Riscos e crises** - da teoria à plena manifestação. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2019.

MARANDOLA JR., E. M.; HOGAN, D. J. O Risco em perspectiva: tendências e abordagens. **Geosul**, v.19. n. 38, p.25 – 58, 2004.

MARCHEZINI, V; WISNER, B.; LONDE, L.; SAITO, S. Introdução. In: MARCHEZINI, V. et al. **Redução da vulnerabilidade a desastres:** do conhecimento à ação. São Paulo: Rima Editora, Cap. Introdução, p. 45 - 56, 2018.

MENDONÇA, F. Geografia, Geografia Física e Meio Ambiental: uma reflexão a partir da problemática socioambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 5, 2009, p.123 - 134.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. **Terra Livre,** São Paulo, n.16, p. 113-132, 1º Semestre/2001.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: Uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente,** n. 10, 2004, p. 139-148.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovação na análise geográfica. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, p. 111-118, 2011.

MOREIRA, R. **Pensar e ser em Geografia**. São Paulo: Contexto, 2019.

RODRIGUES, T. A estratégia internacional de redução de desastres. **Territorium**, n. 17, p. 223 – 227, 2010.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2008.

SALVADOR, C. C. **Aprendizagem escolar e construção de conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. Técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1997.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1996. 124p.

SILVA, V. M. da. **Concepção de risco ambiental entre professores de geografia em Minas Gerais**: conhecimentos e práticas em sala (Dissertação de mestrado em Geografia). São João del-Rei. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de São João del-Rei, 166p, 2017.

SILVA, V. M.; PEREIRA, M. B.; SOUZA, C. J. O. Educação para o risco: percepção e representação de risco ambiental. **Revista de Geografia,** PPGEO/UFJF, v.6, n.4, p.387-399, 2016.

SILVA, V. S.; SOUZA, C. J. O. Educação para o risco - presença em currículos internacionais e possibilidades para os brasileiros. In: Fórum Nepeg de Formação de Professores de Geografia, 7., 2016, Caldas Novas: UFG. **Anais do VII Fórum NEPEG de Formação de Professores de Geografia**. Caldas Novas,

2016. p.655-661. Disponível em: <http://nepeg.com/newnepeg/wp-content/uploads/2019/12/Anais-Forum-NEPEG.pdf>. Acesso em 15.07.2022.

SOUZA, C. J. de O. Riscos, Geografia e Educação. In: Luciano Fernandes Lourenço; Manuel Alberto Mateus. (Org.). **Riscos naturais, antrópicos e mistos.** 1ed. Coimbra: Universidade de Coimbra, 1, p. 127-142, 2013. Disponível em: <http://www.uc.pt/>. Acesso em: 15/06/ 2022.

SOUZA, C. J. O. Contribuição do conhecimento geográfico para a redução do risco de desastres (RRD): conhecimentos, experiências e ações. In: Lourenço Magnoni Júnior et. al. (Org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2ed. São Paulo: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2020, v. 1, p. 659-678.

SOUZA, C. J. O.; FERREIRA, P. P.; NOGUEIRA, M. C. S. de A. Formação educativa pré-evento: situação geográfica e de risco de desastre. Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos - Sociedade e Riscos: da Apropriação do Espaço à Criação De Territórios Em Riscos, 3., 2019, Uberlândia. **Anais...** Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, 3., Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2019. v. 3, p. 435-439.

SOUZA, C. J. O; OLIVEIRA, J. R. Representação de áreas de riscos sócio-ambientais: geomorfologia e ensino. **Territorium,** n. 18, 2011, p. 175 - 184. Disponível em: <https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/1647-7723_18_15/2370>. Acesso em 23/05/2022.

SULAIMAN, S. N.; JACOBI, P. R. **Melhor prevenir** - olhares e saberes para a redução de risco de desastre. São Paulo: IEF - USP, 2018.

SULAIMAN, S. N.; JACOBI, P. R. **GIRD+10:** Caderno técnico de gestão integrada de riscos e desastres**/**coordenação Sâmia Nascimento Sulaiman. 1ª edição, Brasília, DF: Ministério de desenvolvimento regional: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2021.

WARNER, J. Cultura preventiva e participação. In: SULAIMAN e JACOBI. **Melhor prevenir** - olhares e saberes para a redução de risco de desastre. São Paulo: IEF - USP, 2018, Cap. 1, p. 10 - 37.

VEYRET, Y. **Os riscos:** O homem como agressor e vítima do meio ambiente. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2013.

SINOBAS, UN EJEMPLO DE CIENCIA CIUDADANA SOBRE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN ESPAÑA

SINOBAS, AN EXAMPLE OF CITIZEN SCIENCE ON EXTREME WEATHER EVENTS IN SPAIN

Maria del Carmen Moreno García[1]

Los fenómenos meteorológicos extremos y la reducción del riesgo de desastres (RRD)

Un fenómeno meteorológico extremo se define como un suceso natural ocurrido en un período de tiempo y espacio determinados con características inusuales en lo que respecta a su magnitud, localización, tiempo o alcance (OMM, 2021). Los fenómenos meteorológicos extremos contribuyen con frecuencia a la ocurrencia de auténticos desastres, cuando son capaces de destruir bienes, medios de subsistencia y también vidas humanas. Pero el riesgo de desastres no solo obedece a estos peligros naturales, como pueden ser los fenómenos meteorológicos extremos, sino que hay, además, otros factores que tienen también una decisiva participación en ello como son la exposición y la vulnerabilidad.

La propia variabilidad natural del clima suele generar fenómenos meteorológicos y climáticos extremos de forma habitual, pero hoy día se sabe que la influencia del cambio climático antropogénico actual afecta también a los fenómenos meteorológicos extremos, originando variaciones en su frecuencia, intensidad, extensión espacial y duración (IPCC, 2021). La gravedad de las repercusiones de estos fenómenos meteorológicos extremos depende, en gran medida, precisamente del grado de exposición y vulnerabilidad a esos fenómenos. Es obvio que algunas regiones son más vulnerables a ciertos peligros que otras, modificando su resiliencia o capacidad para enfrentar los problemas y la capacidad de adaptación. Todos estos fenómenos meteorológicos extremos tienen un gran impacto en los sectores económicos vinculados con el clima, el agua, la agricultura, las infraestructuras, la salud y el turismo, de ahí también la importancia de su estudio e investigación, así como su vigilancia y monitorización.

1 Departamento de Geografía. Universidad de Barcelona. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8771-5129. E-mail: mcmoreno@ub.edu.

Según el Atlas de la OMM (2021), entre los años 1970 y 2019 se registraron más de 11.000 desastres en todo el mundo por causa de los peligros meteorológicos, climáticos e hidrológicos, que ocasionaron algo más de 2 millones de víctimas mortales y 3,64 billones (USA) de dólares en pérdidas. Este tipo de peligros fueron la causa del 50% de todos los desastres acaecidos, del 45% del conjunto de muertes notificadas y del 74% de las pérdidas económicas declaradas. Más del 91% de esas muertes se produjeron en países en desarrollo. En este período de 50 años, el número de desastres, como puede comprobarse, se ha quintuplicado, pues, por el aumento de los fenómenos meteorológicos extremos, debido, en buena medida, al cambio climático y por la mejora en los mecanismos de suministro de información. Ahora bien, gracias al perfeccionamiento de los sistemas de alerta temprana y a la mejora de las prácticas de gestión de desastres, el número de muertes es casi tres veces menor (OMM, 2021). El número de fenómenos meteorológicos extremos registrados está incrementándose, pues, y se prevé que seguirán siendo más frecuentes y violentos en muchas partes del mundo (IPCC, 2012; 2021).

El cambio climático ha provocado variaciones en la frecuencia y severidad de muchos de estos fenómenos meteorológicos extremos, tales como las lluvias torrenciales e inundaciones, las sequías, las olas de calor o los vientos fuertes (IPCC, 2021). Por ello, la reducción de los riesgos de desastres relacionados con estos fenómenos meteorológicos se asocia cada vez más con la propia adaptación al cambio climático (FIELD et al, 2012). Imada et al (2019), por ejemplo, ya constataron que la ola de calor que afectó en julio de 2018 al Japón habría sido imposible sin la influencia humana. En cuanto a lluvias extremas hay, asimismo, cada vez más casos donde se comprueba esta influencia (conjuntamente con otros condicionantes como el del El Niño-Oscilación del Sur), como, por ejemplo, en los episodios registrados en los meses de junio y julio de 2016 en el este de China, donde dicha influencia aumentó significativamente la probabilidad del fenómeno (SUN; MIAO, 2018; YUAN et al, 2018).

Los países en vías de desarrollo y pequeños estados insulares, como algunos países de Sudamérica, África y Asia son, en especial, los que muestran mayores niveles de vulnerabilidad y riesgo y menor capacidad de respuesta para recuperarse de los desastres.

Además, la urbanización, sin duda, incrementa la exposición de la población a diferentes peligros. No hay que olvidar que, actualmente, más del 50% de la población mundial reside en áreas urbanas y la tendencia prevista es que ese porcentaje siga aumentando hasta alcanzar el 66% en el 2050 (UNITED NATIONS, 2018). El crecimiento urbano acelerado previsto en los próximos años, así como la consiguiente degradación ambiental, aumenta la vulnerabilidad de la gente a los desastres, siendo las ciudades y áreas urbanas con gran densidad

de población de los países en desarrollo, sobre todo, donde se concentra el mayor riesgo, especialmente, en los asentamientos informales surgidos en esos lugares, donde habita un gran número de población que no dispone de infraestructuras ni tiene acceso a servicios (WATANABE, 2014).

Las ciudades, precisamente, son uno de los temas contemplados en el denominado Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, adoptado en el año 2015 por hasta 187 estados miembros de las Naciones Unidas, en el que se establece, entre otras cuestiones, el papel que han de desempeñar los gobiernos locales en la mitigación y adaptación a las amenazas existentes a las que se enfrentan sus ciudades, con unos objetivos y prioridades bien claros (UNDRR, 2015).

La ciencia ciudadana ante los desastres y los fenómenos meteorológicos extremos

Hoy en día la ciencia ciudadana se reconoce como un importante elemento de la ciencia abierta, considerándola como una verdadera prioridad en ese contexto de investigación, pues hace que, entre otras cosas, la ciencia sea más relevante socialmente permitiendo la producción de nuevos conocimientos científicos (HECKER et al, 2018). Parece que fue Alan Irwin quien por primera vez en 1995 utiliza el término de *ciencia ciudadana* para referirse en este caso a las investigaciones emprendidas por científicos profesionales en colaboración con el público en el Reino Unido (IRWIN, 1995). Y, prácticamente, al mismo tiempo, Rick Bonney también comienza a utilizar en Estados Unidos la misma denominación en relación con los numerosos proyectos de investigación sobre aves que se estaban desarrollando en el Laboratorio de Ornitología de Cornell y en los que participaban también miembros del público (BONNEY, 1996). No obstante, hay que advertir que mucho antes de que se empleara esa denominación y la ciencia ciudadana estuviera formalizada científicamente, ya en el siglo XIX, tanto la ornitología en el Reino Unido, como la propia meteorología en muchos otros países, basaban la adquisición de buena parte de sus datos observacionales en redes formadas por ciudadanos voluntarios.

En las últimas décadas, especialmente en el siglo XXI, la ciencia ciudadana ha ido tomando cada vez más fuerza, a medida que los ciudadanos se han interesado cada vez más en contribuir a la ciencia mediante su participación no solo en la toma de datos, sino también en otras acciones que conllevan un mayor esfuerzo intelectual y una mayor responsabilidad personal y colectiva (XIFRA et al, 2020). La ciencia ciudadana se define en el Libro Blanco de la Ciencia Ciudadana en Europa como el compromiso del público general en actividades

de investigación científica al contribuir activamente a la ciencia con su esfuerzo intelectual o dando soporte al conocimiento con sus herramientas o recursos (SERRANO SANZ et al, 2014). Los beneficios que aporta la ciencia ciudadana a la sociedad son numerosos, destacando su contribución al logro de la gran mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (QUEIRUGA-DIOS et al, 2020; LÓPEZ IÑESTA et al, 2021). Su validez ha quedado demostrada, además, en múltiples áreas del conocimiento, aunque, sin duda, donde se sigue aplicando mayoritariamente, es en el campo de la ecología y de las ciencias ambientales (SANZ et al, 2020). Precisamente, una propuesta muy reciente en esta línea es el proyecto de ciencia ciudadana Red4C para la observación del cambio climático y sus impactos en los ecosistemas a escala local (FERNÁNDEZ VALDOR, 2021).

De todos modos, el empleo de la ciencia ciudadana implica también riesgos de subjetividad, falta de rigor o formación del observador, o heterogeneidad, incluso en el método de observación, pero todo ello son limitaciones que pueden subsanarse o minimizarse fácilmente a través de campañas de formación y divulgación o estableciendo protocolos sencillos que mejoren el rigor de las observaciones. La utilización de páginas web para la introducción de los datos, donde queda delimitado solo los que son necesarios, así como su formato, resulta ser muy útil. La posibilidad, además, de utilizar los teléfonos móviles para establecer la ubicación exacta de los registros y subir fotografías que ayuden a la validación de la observación efectuada, confiere fiabilidad y robustez a la información facilitada.

Los ciudadanos suelen participar, pues, en la construcción de la ciencia, trabajando con equipos de científicos en tareas específicas como puede ser, por ejemplo, la recogida de datos y su análisis o la difusión de los resultados. Las distintas formas de participación han permitido clasificar los proyectos de ciencia ciudadana en varias categorías: unos son contributivos y otros son de colaboración y de cocreación. En relación con los desastres y los fenómenos meteorológicos extremos, los proyectos de ciencia ciudadana existentes acostumbran a ser de tipo contributivo o lo que se conoce también como de *crowdsourcing*. Este tipo de proyectos generalmente están diseñados por científicos y en ellos los ciudadanos lo que hacen, sobre todo, es aportar datos. Un ejemplo bien conocido de este tipo, aunque sobre otra temática, es el Proyecto Mosquito Alert, en el que la ciudadanía recoge imágenes y datos para la investigación, vigilancia y control del mosquito tigre a través de una aplicación móvil.

En lo que se refiere a los fenómenos meteorológicos extremos y la RRD hay que advertir que la ciencia ciudadana tiene todavía por delante un enorme potencial. Especialmente, en los países en desarrollo, donde cuentan con un gran número de población joven, la telefonía móvil inteligente abre

grandes posibilidades para su aplicación y para poder compartir datos como nunca hasta ahora se había hecho, sin requerir, además, una capacitación específica. Piénsese que algunas estimaciones señalan que solo en América Latina hay actualmente 156 millones de usuarios de smartphones y el potencial que eso puede suponer para la región; con la llegada de las tecnologías 5G, esta tendencia solo hará que seguir creciendo en las principales ciudades del mundo. El empleo de esta herramienta por parte de cualquier ciudadano permite recopilar de manera sencilla grandes cantidades de información y de datos en tiempo real, trasladándosela, luego, a los científicos especialistas. El uso de toda esta tecnología móvil y de otros dispositivos inteligentes como relojes o pulseras es una modalidad específica de crowdsourcing que algunos denominan ya como *crowdsensing* o *mobile crowdsensing* (GANTI et al, 2011).

De este modo los voluntarios adquieren nuevos conocimientos y habilidades, así como una comprensión más profunda sobre el trabajo que desarrollan los científicos y, como resultado, consiguen, incluso, estar más capacitados y preparados frente a los desastres por fenómenos meteorológicos extremos. Téngase muy presente que una comunicación adecuada y puntual de los riesgos es crítica para la adaptación y gestión efectiva de los desastres (LIU et al, 2020). Un ejemplo en este sentido lo constituye el proyecto piloto realizado en Ecuador, que desde el año 2000 ha creado una red de voluntarios para trabajar como vigías de volcanes, revelándose como una medida crucial para poder prevenir los desastres causados por la actividad de los volcanes en ese país. Generalmente se trata de campesinos vecinos de la zona, que conocen muy bien la región (ESPÍN-BEDÓN, 2017). Hay aplicaciones que permiten reportar también, por ejemplo, deslizamientos de tierras o movimientos sísmicos, proporcionando información sobre su horario y localización. Geotag-X es una de esas aplicaciones que, tras episodios de huracanes, terremotos y otros desastres, permite el envío de fotografías para facilitar la planificación de las tareas de los equipos de rescate (SMITH, 2017). Loor et al (2018) han desarrollado también una plataforma que permite el procesamiento en tiempo real de imágenes georreferenciadas sobre desastres naturales.

Urban Risk Map es una plataforma desarrollada por el Urban Risk Lab del Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT), donde se aprovecha la información aportada por los ciudadanos y las redes sociales para elaborar una cartografía de riesgo, con un mapa en vivo, en el que se puede visualizar las calles y barrios, por ejemplo, que han quedado inundados, tras un episodio de intensas precipitaciones. La plataforma tuvo sus inicios en 2016 y, actualmente, funciona con Twitter, Facebook y Telegram, estando operativa en Estados Unidos, Japón y la India (véase: https://urbanrisklab.org/work#/riskmap/). Otra plataforma en

relación con los desastres naturales, también en los Estados Unidos, es el portal público PhotoMappers de la fundación americana National Alliance for Public Safety GIS (NAPSG), creado recientemente para que ciudadanos y voluntarios puedan encontrar, mapear y compartir de forma rápida la ubicación de las fotos que se encuentran en las noticias y en las plataformas de redes sociales (https://2020-crowdsourced-disaster-photos-napsg.hub.arcgis.com/).

Signalert, por ejemplo, es también otra herramienta de mapeo colaborativo, que te permite, a través de una aplicación móvil, alertar y reportar cualquier evento peligroso en relación con los riesgos de tipo natural y también tecnológico, entre los que se incluyen los fenómenos meteorológicos extremos, tales como las precipitaciones intensas y las inundaciones asociadas, entre otros. La aplicación te permite adjuntar imágenes y añadir comentarios, proporcionando así, alertas e información de interés a otros usuarios de las inmediaciones (https://www.signalert.net). Marta Poblet junto con otros autores ya realizaron en el año 2014 una revisión de las plataformas y herramientas de participación disponibles online en el tratamiento y gestión de los desastres, así como de los métodos que utilizan.

Entre los años 2016 y 2019 se desarrolló el denominado proyecto I-REACT (*Improving Resilience to Emergencies through Advanced Cyber Technologies*), financiado con fondos europeos, que ha sido una de las primeras plataformas en toda Europa que ha integrado datos diversos procedentes de múltiples fuentes, incluyendo los proporcionados por los ciudadanos a través de las redes sociales y la colaboración masiva (https://cordis.europa.eu/project/id/700256/es). El proyecto consiguió desarrollar hasta una aplicación móvil (disponible en Google Play), que permite a los ciudadanos informar sobre los fenómenos y peligros naturales.

En Europa una iniciativa reciente también es el denominado proyecto Crowd4SDG, integrado por un consorcio de 6 instituciones internacionales, entre las que se encuentra el CSIC español, a través del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial. La iniciativa, lanzada en el mes de mayo del 2020, busca evaluar la acción y eficacia de la ciencia ciudadana a través de la monitorización de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, con un especial enfoque en los fenómenos meteorológicos extremos. Para dar respuesta ante los desastres, el proyecto se basa en la colaboración abierta de tareas, evaluando cómo la inteligencia artificial y el aprendizaje automático pueden mejorar la ciencia ciudadana y el uso que hace ésta de las redes sociales (PERNICI, 2020).

En España de forma también muy reciente la Asociación Española de Geografía (AGE) junto con la Asociación Española de Geo-Voluntariado Digital (Geo-Voluntarios) ha puesto en marcha una iniciativa de ciencia ciudadana, que trata de involucrar a la población, a través del desarrollo de una aplicación denominada "*Atención: Punto de Riesgo*", que permite localizar en un mapa esos

puntos, añadiendo una fotografía y un breve comentario de la situación a denunciar por parte de cualquier persona. Se pretende con ello generar un mapa colaborativo de denuncia que sirva como herramienta preventiva actualizada y de utilidad para los responsables de la gestión de las situaciones de riesgo, para poder actuar antes de que el desastre ocurra o, en todo caso, minimizar sus efectos. Una iniciativa en relación con los eventos extremos en funcionamiento en nuestro país desde hace más tiempo es Floodup (http://www.floodup.ub.edu/), una plataforma desarrollada por el grupo GAMA (Grupo de Análisis de situaciones Meteorológicas Adversas) de la Universitat de Barcelona, que cuenta también con una aplicación móvil en la que se puede participar y cuyo objetivo es ampliar la información sobre la localización e impactos causados por las inundaciones y otros fenómenos hidrometeorológicos adversos, así como mejorar el conocimiento y preparación de la población frente a ellos (LLASAT et al, 2018).

SINOBAS: un ejemplo de ciencia ciudadana sobre los fenómenos meteorológicos singulares en España

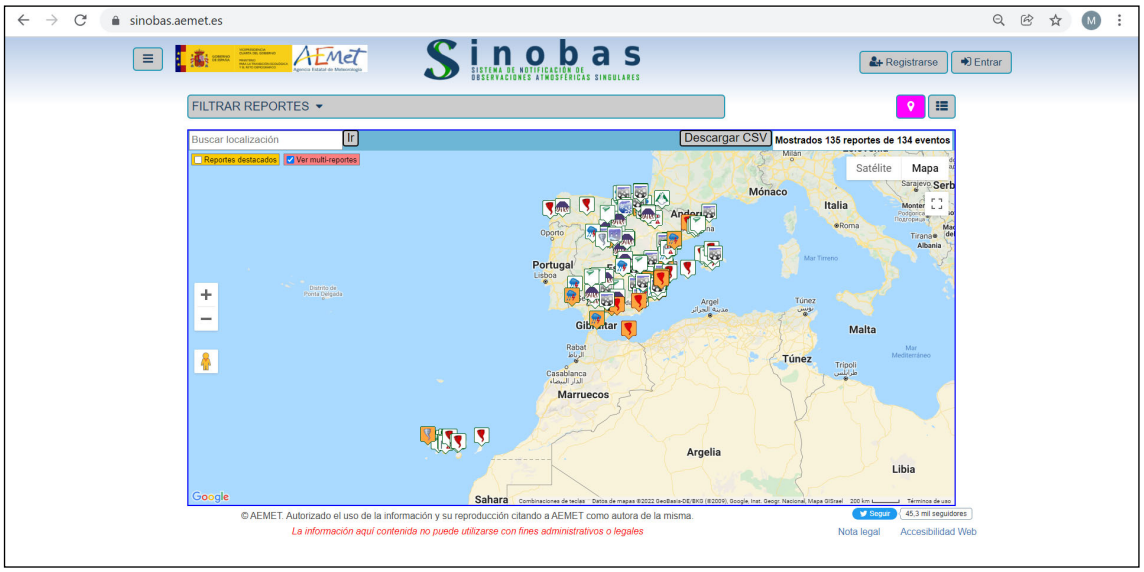
El proyecto SINOBAS de la Agencia Estatal de Meteorología española (Aemet) constituye un ilustrativo ejemplo de ciencia ciudadana en España, recogiendo la información aportada por cualquier ciudadano sobre todos aquellos fenómenos meteorológicos singulares relevantes que ocurren y que tienen un elevado impacto en la población. Son, con frecuencia, fenómenos intensos que, por su escala local, pueden pasar desapercibidos o escapar de las redes de observación tradicionales y de teledetección (GUTIÉRREZ RUBIO et al, 2015). El acrónimo que se ha empleado como denominación para el proyecto -SINOBAS- (**Si**stema de **N**otificación de **Ob**servaciones **A**tmosféricas **S**ingulares) rinde homenaje al conocido físico y médico Don Manuel Rico y Sinobas (Valladolid, 1819-Madrid, 1898), uno de los pioneros en el estudio de la meteorología en España. Este sistema, sin duda, es una componente fundamental dentro de las estrategias de crowdsourcing implementadas por la Agencia española y su desarrollo ha conseguido un notable impacto científico, social y educativo (GUTIÉRREZ RUBIO et al, 2018).

El modo de participación es bien simple, pues cualquier persona que tenga información de la ocurrencia de un fenómeno singular se puede registrar en el sistema y rellenar un formulario que permite aportar dicha información, con datos, fotografías, videos y enlaces. El sitio web también está a disposición del público para ver y descargar la información que se desee (https://sinobas.aemet.es/). El proyecto comenzó de forma operativa en abril del 2013 (aunque también permite informar de episodios

anteriores a esa fecha), siendo su web renovada y mejorada en el año 2018 (RIESCO MARTÍN et al, 2019). Hay que señalar que, desde su inicio, fue muy bien acogido por los aficionados a la meteorología, que, actualmente, siguen siendo los principales colaboradores del proyecto, tales como los de algunas asociaciones (Asociación Meteorológica del Sureste -AMETSE-, Asociación de Cazatormentas y Aficionados a la Meteorología -ACAMET-, Asociación Catalana de Meteorología -ACAM-, etc.). En la actualidad, el sistema cuenta con 2.064 usuarios registrados y lleva recogidos un total de 1.548 reportes hasta la fecha, que se convierten en 1.492, una vez que se descuentan los de fiabilidad nula (GUTIÉRREZ, 2021). En general, la calidad de los reportes introducidos por la gran mayoría de usuarios es muy notable, por lo que son muy pocos los considerados con fiabilidad nula o imposibles de validar. Por lo tanto, la principal fuente de información de este proyecto es la observación visual directa, referenciada y/o documentada por cualquier ciudadano, que posteriormente es validada por los técnicos de AEMET (DÍEZ et al, 2012).

En los Estados Unidos el Laboratorio Nacional de Tormentas Severas de la NOAA conjuntamente con la Universidad de Oklahoma tiene también en funcionamiento desde el año 2012 un proyecto de crowdsourcing similar denominado: mPING (Meteorological Phenomena Identification Near the Ground), en el que los ciudadanos mediante su smartphone o dispositivo móvil con GPS pueden reportar información acerca de aquellos fenómenos meteorológicos identificados cerca del suelo, empleando esa información, entre otras cosas, para mejorar la comprensión de cómo el radar puede identificar los diferentes tipos de precipitación (https://mping.nssl.noaa.gov/). Hay una diferencia, eso sí, con respecto al caso español y otros ejemplos de proyectos participativos, y es que aquí, tal como remarcan Elmore et al (2014), los participantes no necesitan registrarse para suministrar la información, sino que se mantienen anónimos.

En la portada de la página web del sistema Sinobas (Figura 1) aparecen por defecto representados y localizados geográficamente sobre el mapa de España los diferentes fenómenos reportados, cada uno de ellos con su correspondiente símbolo, aunque también hay la posibilidad de cambiar el fondo a una imagen de satélite. Si se clica sobre alguno de los símbolos representados aparece una ficha con la información básica del reporte de que se trate: foto, fecha y hora, usuario, provincia, fenómeno, coordenadas geográficas, altitud y comentario). También existe la opción de ver los reportes en una tabla y en otra casilla la de descargar los datos de los reportes que aparecen en el mapa en un fichero CSV.



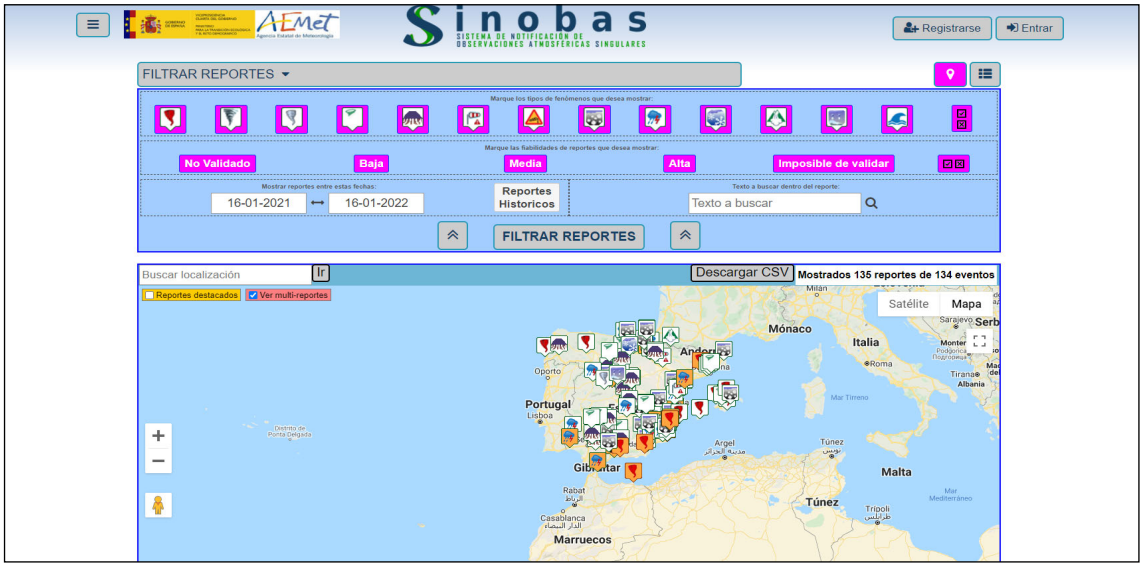
Fuente: https://sinobas.aemet.es/

Figura 1. Imagen de la portada de la página web de Sinobas.

En la esquina superior derecha aparecen dos botones: uno para registrarse y otro para entrar al sistema (cuando ya eres usuario). En la parte superior izquierda del mapa aparecen dos casillas: una con la opción marcada por defecto de ver todos los multireportes y otra con la opción de marcar los reportes destacados, donde el equipo de Sinobas destaca, entonces, con fondo dorado y en movimiento aquellos reportes más sobresalientes por su interés y la calidad de la información aportada. Hay, asimismo, otro casillero que permite realizar una búsqueda por localización. En esta misma página de portada se halla un menú de ayuda e información con acceso a un buzón al que se pueden dirigir preguntas y sugerencias, además de una breve guía descriptiva de los fenómenos meteorológicos recogidos en el sistema (GUTIÉRREZ RUBIO et al, 2013), un folleto informativo sobre Sinobas y un apartado de preguntas frecuentes, con un total de 31 preguntas clasificadas temáticamente en cinco apartados.

Si se clica en la pestaña de “Filtrar reportes” que hay en la portada, entonces se despliega un panel con diferentes opciones (Figura 2), que permite realizar un filtrado por tipo de fenómeno, fiabilidad, fecha o por palabras. Los diferentes tipos de fenómenos aparecen con su denominación correspondiente y un símbolo identificativo. Son un total de 13 fenómenos singulares: tornado/tromba marina, vórtice de racha (*gustnado*), tolvanera, tuba, reventón/frente de racha, reventón cálido, viento de ladera, granizada singular, precipitación súbita torrencial, nevada singular, alud (avalancha), precipitación engelante y fenómenos marítimos raros. Los niveles de fiabilidad que se pueden seleccionar son los siguientes: baja, media, alta, no validado e imposible de validar. Una fiabilidad baja se correspondería con aquellos fenómenos cuya probabilidad de

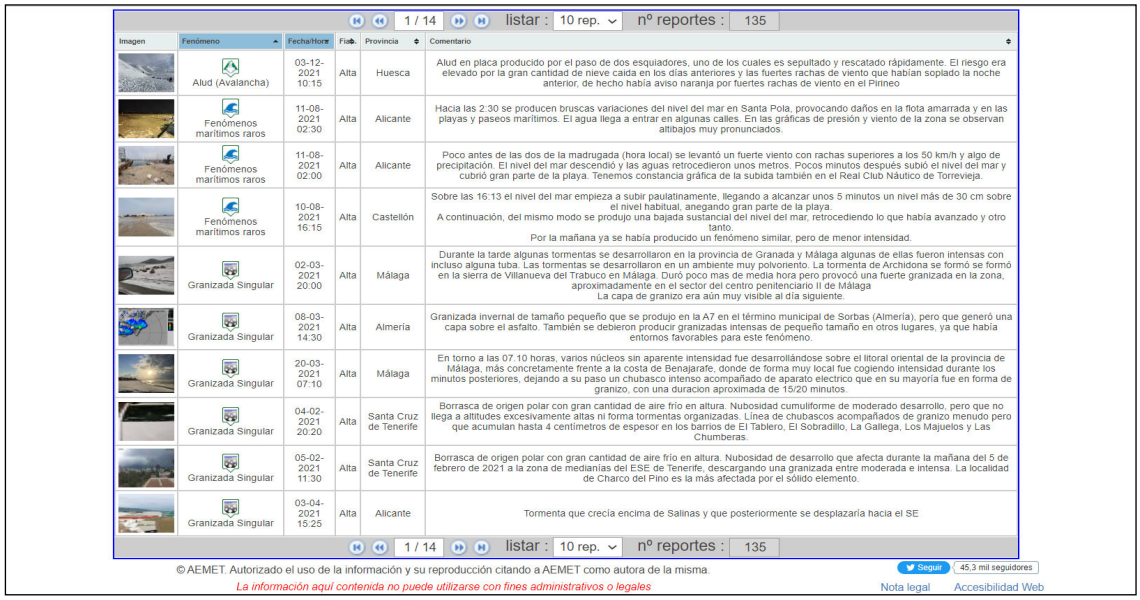
ocurrencia se sitúa entre el 10% y el 40%, una fiabilidad media, entre un 40% y un 70% y una fiabilidad alta, los de una probabilidad superior al 70%. Los reportes "no validados" significa que todavía está pendiente su validación, mientras que los clasificados como "imposibles de validar" quiere decir que en ese caso no se han encontrado datos que permitan determinar la ocurrencia del fenómeno. Se pueden seleccionar todos los reportes de un periodo determinado, marcando las fechas que interese; si se marca la casilla de "reportes históricos" se incluyen también entonces reportes anteriores al año 2000.



Fuente:https://sinobas.aemet.es/.

Figura 2. Imagen de la pestaña de "filtrar reportes" desplegada en la página web de Sinobas.

En la Figura 3 se observa la forma en que aparece la información de los reportes seleccionados, una vez que se marca en la portada la opción de verlos en una tabla. Ahí aparecen en diferentes columnas: una fotografía o imagen del fenómeno en cuestión, la denominación del fenómeno con su símbolo gráfico, la fecha de ocurrencia, la fiabilidad estimada, la provincia donde se ha producido y un comentario descriptivo del fenómeno o episodio reportado.



1 / 14 listar : 10 rep. nº reportes : 135

Imagen	Fenómeno	Fecha/Hora	Fiab.	Provincia	Comentario
	Alud (Avalancha)	03-12-2021 10:15	Alta	Huesca	Alud en placa producido por el paso de dos esquiadores, uno de los cuales es sepultado y rescatado rápidamente. El riesgo era elevado por la gran cantidad de nieve caída en los días anteriores y las fuertes rachas de viento que habían soplado la noche anterior, de hecho había aviso naranja por fuertes rachas de viento en el Pirineo
	Fenómenos marítimos raros	11-08-2021 02:30	Alta	Alicante	Hacia las 2:30 se producen bruscas variaciones del nivel del mar en Santa Pola, provocando daños en la flota amarrada y en las playas y paseos marítimos. El agua llega a entrar en algunas calles. En las gráficas de presión y viento de la zona se observan altibajos muy pronunciados.
	Fenómenos marítimos raros	11-08-2021 02:00	Alta	Alicante	Poco antes de las dos de la madrugada (hora local) se levantó un fuerte viento con rachas superiores a los 50 km/h y algo de precipitación. El nivel del mar descendió y las aguas retrocedieron unos metros. Pocos minutos después subió el nivel del mar y cubrió gran parte de la playa. Tenemos constancia gráfica de la subida también en el Real Club Náutico de Torrevieja.
	Fenómenos marítimos raros	10-08-2021 16:15	Alta	Castellón	Sobre las 16:13 el nivel del mar empieza a subir paulatinamente, llegando a alcanzar unos 5 minutos un nivel más de 30 cm sobre el nivel habitual, anegando gran parte de la playa. A continuación, del mismo modo se produjo una bajada sustancial del nivel del mar, retrocediendo lo que había avanzado y otro tanto. Por la mañana ya se había producido un fenómeno similar, pero de menor intensidad.
	Granizada Singular	02-03-2021 20:00	Alta	Málaga	Durante la tarde algunas tormentas se desarrollaron en la provincia de Granada y Málaga algunas de ellas fueron intensas con incluso alguna tuba. Las tormentas se desarrollaron en un ambiente muy polvoriento. La tormenta de Archidona se formó se formó en la sierra de Villanueva del Trabuco en Málaga. Duró poco mas de media hora pero provocó una fuerte granizada en la zona, aproximadamente en el sector del centro penitenciario II de Málaga La capa de granizo era aún muy visible al día siguiente.
	Granizada Singular	08-03-2021 14:30	Alta	Almería	Granizada invernal de tamaño pequeño que se produjo en la A7 en el término municipal de Sorbas (Almería), pero que generó una capa sobre el asfalto. También se debieron producir granizadas intensas de pequeño tamaño en otros lugares, ya que había entornos favorables para este fenómeno.
	Granizada Singular	20-03-2021 07:10	Alta	Málaga	En torno a las 07.10 horas, varios núcleos sin aparente intensidad fue desarrollándose sobre el litoral oriental de la provincia de Málaga, más concretamente frente a la costa de Benajarafe, donde de forma muy local fue cogiendo intensidad durante los minutos posteriores, dejando a su paso un chubasco intenso acompañado de aparato eléctrico que en su mayoría fue en forma de granizo, con una duracion aproximada de 15/20 minutos.
	Granizada Singular	04-02-2021 20:20	Alta	Santa Cruz de Tenerife	Borrasca de origen polar con gran cantidad de aire frío en altura. Nubosidad cumuliforme de moderado desarrollo, pero que no llega a altitudes excesivamente altas ni forma tormentas organizadas. Línea de chubascos acompañados de granizo menudo pero que acumulan hasta 4 centímetros de espesor en los barrios de El Tablero, El Sobradillo, La Gallega, Los Majuelos y Las Chumberas.
	Granizada Singular	05-02-2021 11:30	Alta	Santa Cruz de Tenerife	Borrasca de origen polar con gran cantidad de aire frío en altura. Nubosidad de desarrollo que afecta durante la mañana del 5 de febrero de 2021 a la zona de medianías del ESE de Tenerife, descargando una granizada entre moderada e intensa. La localidad de Charco del Pino es la más afectada por el sólido elemento.
	Granizada Singular	03-04-2021 15:25	Alta	Alicante	Tormenta que crecía encima de Salinas y que posteriormente se desplazaría hacia el SE

1 / 14 listar : 10 rep. nº reportes : 135

© AEMET. Autorizado el uso de la información y su reproducción citando a AEMET como autora de la misma.
La información aquí contenida no puede utilizarse con fines administrativos o legales
Seguir 45,3 mil seguidores
Nota legal Accesibilidad Web

Fuente: https://sinobas.aemet.es/.

Figura 3. Imagen de la pantalla con la selección de los reportes en formato tabla.

Este proyecto también está presente en las redes sociales, con una cuenta de Twitter (@Aemet_Sinobas), que se ha revelado muy útil para contribuir a la popularización del sistema, así como para impulsar la participación cuando se producen episodios de interés, hasta el punto de convertirse en un canal muy ágil de comunicación con los ciudadanos y de seguimiento de la actualidad meteorológica. En la portada de la página web del sistema aparece el correspondiente enlace a dicha cuenta, con la indicación del número de seguidores que asciende a un total de 45,3 mil (a fecha de 25/01/2022).

Este proyecto de ciencia ciudadana se ha convertido en una valiosa base de datos que pone a disposición de todo el público un archivo de fenómenos singulares, muchos de ellos de carácter adverso o extremo, como pueden ser, por ejemplo, tornados, granizadas y nevadas singulares, precipitaciones súbitas torrenciales, etc., difíciles de detectar, con frecuencia, por ser fenómenos puntuales y localizados, y que presentan, en no pocas ocasiones, un riesgo de generar auténticos desastres. Este sistema puede desempeñar un significativo papel, precisamente, en la reducción del riesgo de desastres, dado que los datos e información reportados por los ciudadanos pueden ser utilizados para caracterizar y conocer mucho mejor los tipos de episodios generadores de dicho riesgo y, por lo tanto, agilizar la respuesta, estableciendo medidas de reducción más oportunas.

Referencias

BONNEY, Rick. Citizen Science: A Lab Tradition. **Living Birds**, 15(4), p.7–15, 1996.

DÍEZ MUYO, E.; FLORES HERRÁEZ, C.; GUTIÉRREZ RUBIO, D.; MORCILLO GARCÍA, JUAN; MARTÍN LEÓN, F.; NÚÑEZ MORA, J.A.; PONCE GUTIÉRREZ, S.; RIESCO MARTÍN, J.; SÁNCHEZ-LAULHÉ, J. Mª. SINOBAS (Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares). *En:* **Calendario Meteorológico**, Madrid: Aemet, 2012, p. 247-251. Disponible en: <https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/2526/1/sinobas_cal2013.pdf>.

ELMORE, Kimberly L. et al. MPING: Crowd-Sourcing Weather Reports for Research. **Bulletin of American Meteorological Society**, 95(9), p.1335–1342, 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00014.1>.

ESPÍN-BEDÓN, P.A. **Vigías de los volcanes ecuatorianos**. Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35040.58885>.

FERNÁNDEZ VALDOR, P. (coord.). **Guía Red4C.** Ciencia ciudadana para el seguimiento del cambio climático en los ecosistemas. Cantabria: Red Cambera, 2021. Disponible en: <https://red4c.es/wp-content/uploads/2021/08/guia_RED4C_digital.pdf>.

FIELD, C.B. et al (eds) (2012). **Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático**. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Disponible en: <https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf>.

GANTI, Raghu K.; YE, Fan; LEI, Hui. Mobile crowdsensing: current state and future challenges. **IEEE Communications Magazine,** 49(11), p. 32-39, 2011. Disponible en: <https://doi.org. 10.1109/MCOM.2011.6069707>.

GUTIÉRREZ RUBIO, D. Resumen de actividad y menciones a los mejores reportes del año 2021 (01-enero a 22-diciembre) en SINOBAS. En: **Aemetblog** (23/12/2021). Disponible en: <https://aemetblog.files.wordpress.com/2021/12/resumensinobas2021.pdf>.

GUTIÉRREZ RUBIO, D.; RIESCO MARTÍN, J.; PONCE GUTIÉRREZ, S. SINOBAS, resultados de cinco años de ciencia ciudadana. *En*: **Predicción de tiempo y clima orientada a impactos (XXXV Jornadas Científicas de la AME- 19º Encuentro hispano-luso de Meteorología)**, 2018, nº 35, p. 23-24. Disponible en: <https://doi.org/10.30859/ameJrCn35p23>.

GUTIÉRREZ RUBIO, D.; RIESCO MARTÍN, J.; PONCE GUTIÉRREZ, S. SINOBAS, a tool for collaborative mapping applied to observation of "singular" weather phenomena. *En:* **15th Annual Meeting of the European Meteorological Society and the 12th European Conference on Applications**

of Meteorology. Sofia (Bulgaria). 2015. Disponible en: <https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/7360/1/poster_sinobas_2015.pdf>.

GUTIÉRREZ RUBIO, D.; RIESCO MARTÍN, J.; DÍEZ MUYO, E.; MARTÍN LEÓN, F.; NÚÑEZ MORA, J.A.; SÁNCHEZ-LAULHÉ, J.Mª; FERRI LLORENS, M. **Breve guía descriptiva de los fenómenos meteorológicos recogidos en el Sistema de notificación de observaciones atmosféricas singulares SINOBAS**. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y Agencia Estatal de Meteorología, 37 p., 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.31978/281-13-009-0>.

HECKER, S.; HAKLAY, M.;BOWSER, A.; MAKUCH, Z.; VOGEL, J.; BONN, A. **Citizen Science:** Innovation in Open Science, Society and Policy. London: UCL Press, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.14324/111.9781787352339>.

IRWIN, Alan. **Citizen Science:** A Study of People, Expertise, and Sustainable Development. London: Routledge, 1995.

IPCC. **Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (FIELD, C.B.; BARROS, V.; STOCKER, T.F.; QIN, D.; DOKKEN, D.J.; EBI, K.L.; MASTRANDREA, M.D.; MACH, K.J.; PLATTNER, G.K.; ALLEN, S.K.; TIGNOR, M. Y MIDGLEY, P.M. eds.). Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, 2012.

IPCC. **Climate Change 2021:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [MASSON-DELMOTTE, V., P. ZHAI, A. PIRANI, S.L. CONNORS, C. PÉAN, S. BERGER, N. CAUD, Y. CHEN, L. GOLDFARB, M.I. GOMIS, M. HUANG, K. LEITZELL, E. LONNOY, J.B.R. MATTHEWS, T.K. MAYCOCK, T. WATERFIELD, O. YELEKÇI, R. YU; B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, 2021.

IMADA, Y.; WATANABE, M.; KAWASE, H.; SHIOGAMA, H.; ARAI, M. The July 2018 high temperature event in Japan could not have happened without human-induced global warming. **Scientific Online Letters on the Atmosphere,** 15A, p.8–12, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.2151/sola.15A-002>.

LLASAT, M.; CORTÈS, M.; LLASAT, Mª del C. FLOODUP. Una herramienta para aumentar la información y mejorar el conocimiento colectivo sobre eventos meteorológicos extremos. *En*: Montávez, J. P., et al. (eds.). **El clima:** aire, agua, tierra y fuego. Madrid: Asociación Española de Climatología, 2018, p. 645-654. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11765/9943>.

LOOR, F.; GIL-COSTA, V.; MARIN, M. Processing Collections of Geo-Referenced Images for Natural Disasters. **Journal of Computer Science & Technology**, 18(03), e22, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.24215/16666038.18.e22>.

LÓPEZ-IÑESTA, E.; QUEIRUGA-DIOS, M A.; GARCÍA-COSTA, D.; GRIMALDO,

F. Citizen science projects. An opportunity for education in scientific literacy and sustainability. **Mètode Science Studies Journal,** 12, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.7203/metode.12.17824>.

Observatorio de la Ciencia Ciudadana. **SINOBAS**, Sistema de NOtificación de OBservaciones Atmosféricas Singulares Disponible en: <https://ciencia-ciudadana.es/proyecto-cc/sinobas/>.

OMM. **Atlas de la OMM sobre mortalidad y pérdidas económicas debidas a fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos (1970-2019).** (OMM-Nº 1267), Geneve, 2021.

PERNICI, B. CROWD4SDG: Crowdsourcing for sustainable developments goals. En: **Book of Short Papers**, SIS 2020, Scientific Meeting of the Italian Statistical Society, Pisa, Pearson, p. 248-252. Disponible en: <https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1161908/586541/SIS2020.pdf>.

POBLET, M.; GARCÍA-CUESTA, E.; CASANOVAS, P. Crowdsourcing tools for disaster management: a review of platforms and methods. *En*: Casanovas P. et al (eds). **AI Approaches to the Complexity of Legal Systems. AICOL 2013**. Lecture Notes in Computer Science, vol. 8929, p. 261-274, Berlin: Springer-Verlag, 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45960-7_19>.

QUEIRUGA-DIOS,M.Á.;LÓPEZ-IÑESTA,E.;DIEZ-OJEDA,M.;SÁIZ-MANZANARES, M. C.; VAZQUEZ DORRIO, J. B. Citizen science for scientific literacy and the attainment of sustainable development goals in formal education. **Sustainability**, 12(10), 4283, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su12104283>.

RIESCO MARTÍN, J.; GUTIÉRREZ RUBIO, D.; PONCE GUTIÉRREZ, S. SINOBAS y su relación con la predicción y vigilancia meteorológicas. *En*: **VI Simposio Nacional de Predicción, Memorial Antonio Mestre**. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología, 2019, p. 79-88. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.31978/639-19-010-0.079>.

SANZ, F.; PELACHO, M.; CLEMENTE, J.; IBÁÑEZ, M.; GUARDIA, L.; LISBONA, D.; VAL, V.; EMBID, A.; CASTELO, V.; ARIAS, R.; SALAS, N.; RUIZ, G.; TARANCÓN, A.; FERRER, A.; CUARTIELLES, D.; GARCÍA, C.; PERLA, P.; BARRAL, M.; GAVETE, B.; … SEVILLA-CALLEJO, M. **Informe del Observatorio de la Ciencia Ciudadana 2019/2020.** Ibercivis, Zaragoza, 2020. Disponible en: <https://ciencia-ciudadana.es/informe-del-observatorio-de-la-ciencia-ciudadana-en-espana-2020/>.

SERRANO SANZ, F. et al. **White paper on Citizen Science**. Socientize and European Comission, 2014. Disponible en: <https://ciencia-ciudadana.es//wp-content/uploads/2018/09/WhitePaperOnCitizenScience2014.pdf>.

SMITH, C. A Case Study of Crowdsourcing Imagery Coding in Natural Disasters. En: Hai-Jew, S. (ed). **Data Analytics in Digital Humanities.** Cham.: Springer, 2017, p. 217-230. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54499-1_9>.

SUN, Q.; MIAO, C. Extreme rainfall (R20mm, RX5Day) in Yangtze-Huai, China, in June-July 2016: The role of ENSO and anthropogenic climate change. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 99: S102–S106, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0091.1>.

United Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. United Nations, 2015. Disponible en: <https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>.

UNITED NATIONS. **The World's Cities in 2018**—Data Booklet. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2018 (ST/ESA/ SER.A/417).

WATANABE, Max. **Gestión del riesgo de desastres en ciudades**. Lima: Soluciones Prácticas, 2014. Disponible en: <https://trabajosocialsantafe.org/wp-content/uploads/2019/02/gestion-de-riesgo-de-desastre-en-ciudades.pdf>.

XIFRA, C. et al (coord.). **Ciencia ciudadana, naturaleza urbana y educación ambiental**. El Prat de Llobregat: Fundesplai y CREAF, 2020. Disponible en: <https://fundesplai.org/arxius/PDFs/Publicacions/Ciencia_Ciudadana_Naturaeza_y_EA-cast.pdf>.

YUAN, X.; WANG, S.; HU, Z. Do climate change and El Niño increase likelihood of Yangtze River rainfall? **Bulletin of the American Meteorological Society**, 99: S113–S117, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0089.1>.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

A EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA NO ENFRENTAMENTO DOS RISCOS HÍBRIDOS NO PANTANAL DE AQUIDAUANA

GEOGRAPHIC EDUCATION IN ADDRESSING HYBRID RISKS IN THE AQUIDAUANA PANTANAL

Elvira Fátima de Lima Fernandes[1]
Emerson Pinheiro dos Santos Benites[2]
Jeilson Freitas de Souza Ezidio[3]
Rafael Gonçalves de Oliveira[4]
Vicentina Socorro da Anunciação[5]

Introdução

A natureza é um organismo vivo com sua performance, desprovida de ameaça à segurança e à estabilidade do ecossistema. Contudo, fenômenos relacionados aos riscos apresentam registros desde os primeiros aglomerados humanos. Sua gênese está associada à ruptura da sociedade com a dinâmica natural, potencializada por intervenções socioespaciais e agravada à medida que se compromete o suporte de carga do ambiente inerente ao processo de uso e ocupação do solo. Nesse sentido, revela as manifestações de vulnerabilidade e suscetibilidade aos riscos e à exposição aos desastres, sobretudo os relacionados aos aspectos socioambientais.

A Estratégia Internacional para a Redução de Desastres, vinculada à Organização das Nações Unidas (EIRD/ONU, 2004, p. 13-14), define risco como:

> O risco é a probabilidade de que ocorram consequências prejudiciais e/ou danos (como, por exemplo, mortes, lesões, prejuízos econômicos, interrupção de serviços, entre outros), resultado da interação entre as ameaças e a vulnerabilidade. Convencionalmente, o risco é expresso pela equação: RISCO = Ameaça x Vulnerabilidade.

Cabe destacar que, intrínsecos à produção do espaço geográfico, os elementos da natureza – relevo, clima, solo, vegetação, entre outros – são

1 Mestre em Geografia. Bacharel em Geografia. Técnica no IFMS. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7760-0173. E-mail: elviraflf@gmail.com.
2 Mestre em Geografia. Bacharel em Geografia. Técnico da Prefeitura Municipal de Aquidauana/MS. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4894-0088. E-mail: emerson.geografiab@gmail.com.
3 Mestre em Geografia. Professor de Geografia da Rede Municipal de Ensino de Aquidauana/MS. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2444-4047. E-mail: jeilsonezidio@hotmail.com.
4 Mestre em Geografia. Professor de Geografia da Rede Estadual de Ensino/MS. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4392-9640. E-mail: raffaelgeografia@hotmail.com.
5 Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFMS/CPAQ. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8571-5109. E-mail: vanunciacaoufms@gmail.com.

transformados e modificados pelo jogo de interesses públicos e privados que constroem, destroem e reconstroem novos espaços sociais. Nesse sentido (SANTOS,1996, p. 109) destaca que "ao longo da história da humanidade, observa-se a dinamicidade das sociedades, estruturadas pelos agentes sociais, na materialização das realizações físicas e simbólicas que se convertem nas rugosidades têmporo-espaciais". O mesmo autor ressalta o formato híbrido do espaço, que se apresenta em permanente mudança. Assim, "o espaço é um conjunto de objetos e um conjunto de ações." (SANTOS, 1996, p. 109).

Nesse contexto, destaca-se que o ideário social de óptica dialógica dos fundamentos acerca do ambiente com toda complexidade inerente se difere entre os indivíduos, sendo influenciado por valores culturais e pelo desenvolvimento da capacidade real dos sentidos que cada um possui. Assim, o espaço formal de aprendizagem é imperativo em contribuir para a formação integral do sujeito ambiental global, colaborando com suporte na promoção de reflexões, seja dos conteúdos geográficos, bem como de outras áreas do conhecimento envolvendo desde a construção conceitual, concepções até as práxis nas ações individuais ou coletivas.

Na direção de promover a educação para os riscos, ancorada numa educação geográfica para a gestão dos riscos híbridos, este estudo tenciona estabelecer uma relação entre o concebido e o vivido no Pantanal de Aquidauana, inserindo uma proposta metodológica de ensino enriquecida com a dinamização do meio físico/humano, apoiada na perspectiva de atuação prática dos atores sociais direta e indiretamente envolvidos no meio e abertura de uma perspectiva de ações futuras no intuito de instrumentalizar sua atuação, fazendo uma geografia viva, ouvinte, ativa, e desvendando questões obscuras aos cidadãos comuns.

Assim, norteou este construto evidenciar os fatores que contribuem para o desencadeamento e o aumento da incidência dos riscos socioambientais no bioma Pantanal no estado de Mato Grosso do Sul e no município de Aquidauana, ancorando-se em práticas educativas que podem ser desenvolvidas em espaços formais e não formais de ensino, porém vinculadas à realidade dos atores sociais, contribuindo para a formação socioambiental participativa e responsável de um sujeito de ocorrências. Logo, as contribuições da educação geográfica podem colaborar no assessoramento da gestão dos riscos no bioma Pantanal.

Observa-se que a educação geográfica é um instrumento de sensibilização de atores sociais relacionando as interferências na dinâmica natural do ecossistema e os impactos socioambientais à vulnerabilidade e à suscetibilidade ao risco. É, pois, um mecanismo de reflexão e discussão que visa informar e formar proporcionando a concepção de um sujeito ativo e participante em tomadas de decisão.

Partindo desse ideário, este estudo traz uma interação de análise hermenêutico-dialética, sob o prisma de preservar a possibilidade de interpretação dos sentidos que os sujeitos elaboram em seus discursos, combinada à

compreensão dele à luz das contradições que o constituem e ao contexto social e histórico, como destacado por Allard (1997 apud OLIVEIRA, 2001, p. 69):

> O círculo hermenêutico-dialético é um processo de construção e de interpretação hermenêutica de um determinado grupo [...] através de um vai-e-vem constante entre as interpretações e re-interpretações sucessivas (dialética) dos indivíduos.

De acordo com Gil (2002, p. 176), "[...] pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos." Nesse sentido, a sistematização deste estudo potencializa ações de ensino e pesquisa, sendo categorizada como descritiva e exploratória e de abordagem qualitativa, com estudantes da Educação Básica.

As ações propostas, desenvolvidas com os estudantes, integram a pesquisa-ação, pois permitem contar com a participação dos envolvidos na construção do resultado, transcorrendo como descrito por Baldissera (2001, p. 6): "[...] pesquisa-ação quando houver realmente uma ação por parte das pessoas implicadas no processo investigativo, visto partir de um projeto de ação social ou da solução de problemas coletivos e estar centrada no agir participativo e na ideologia de ação coletiva".

Nessa perspectiva, as estratégias pedagógicas aqui propostas trilham pela vertente da metodologia ativa, uma vez que possibilitam aguçar a sensibilização dos atores sociais estimulando o protagonismo e as ações ativas no processo de ensino e aprendizagem. Um viés de investigação que proporciona a todos os sujeitos envolvidos no processo o contato direto com o objeto de análise, colocando o aprendiz no centro do processo de aprendizagem, como salientado por Bastos (2006 apud BERBEL, 2011, p. 270):

> [...] o método ativo é um processo que visa estimular a autoaprendizagem e a curiosidade do estudante para pesquisar, refletir e analisar possíveis situações para tomada de decisão, sendo o professor apenas o facilitador desse processo.

Abordando uma temática que visa auxiliar o entendimento dos atores sociais sobre os riscos no bioma Pantanal, especificamente no Pantanal de Aquidauana, este estudo instiga a compreensão sobre os aspectos de ameaça, perigo, vulnerabilidade, danos e prejuízos. Pressupõe-se que o desenvolvimento das estratégias de ensino propostas vá ao encontro dos estudantes, potencializando multiplicadores de conhecimentos e encorajando e despertando o espírito de

liderança e de coletividade. Assim, espera-se contribuir na reflexão-ação-reflexão com os atores sociais envolvidos para terem sensibilização e compromisso sobre suas práticas, conduzindo a uma mudança de atitudes/comportamentos.

Cada vez mais, torna-se imperiosa a inserção de ações que potencializam a dinâmica de ensino pelo professor, tornando-a acessível ao aluno, dada a sua função social. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017, p. 357), "Estudar Geografia é uma oportunidade para compreender o mundo em que se vive, na medida em que esse componente curricular aborda as ações humanas construídas nas distintas sociedades existentes nas diversas regiões do planeta".

Como resultado, tem-se em vista sistematizar a sensibilização dos sujeitos envolvidos nas estratégias de ações sobre os riscos, a partir da relação estabelecida entre os recursos pedagógicos apresentados. Sabe-se que atuar com planos e ações preventivas em gestão de riscos e mitigação, inerentes às atividades de sensibilização, traz mudança cultural da responsabilidade social de cada cidadão frente às ameaças. Por ser a Geografia a ciência que estuda o espaço e a sociedade, com ações de ensino, pesquisa e extensão concisas, auxilia na formação de atores sociais envolvidos no processo de gestão dos riscos.

Um olhar para os desafios dos riscos híbridos

A temática relacionada à gestão dos riscos vem fomentando discussões no âmago da comunidade científica no contexto mundial em virtude do avanço das intervenções humanas em área suscetível a eventos adversos, associado à potencialidade da vulnerabilidade socioambiental aos efeitos decorrentes. Nesse sentido, cada vez mais avolumam estudos no intuito de ampliar o debate sobre estratégias de ações que possam sincronizar anseios da base local, legislações, gestores e órgãos responsáveis pela defesa e pelo bem-estar do ambiente e da sociedade.

Refletir sobre os fenômenos espaciais na sua totalidade na perspectiva dos riscos perpassa uma interpretação da relação dialética entre os elementos, a estrutura, a forma e a função, pois as relações sociais estabelecidas revelam as transformações materializadas. Nesse sentido, se observa que, para relatar as tramas das narrativas que compõem a complexa teia dos riscos, não se pode dicotomizar a natureza, a política e o discurso, como destacado por Latour (1994, p. 10): "Contudo, não estamos falando do contexto social e dos interesses do poder, mas sim de seu envolvimento nos coletivos e nos objetos".

A sociedade, no seio de suas interações com o espaço que habita, mantém uma relação dialética com ele para assegurar a sua sobrevivência, alcançando uma relativa complexidade funcional que à medida que se intensifica cria um quadro de deterioração do ambiente provoca impactos que associado ao vitupério instaurado desencadeia reações adversas, como enfatizado por Christofoletti:

> Por meio da ocupação e estabelecimento das suas atividades, os seres humanos vão usufruindo desse potencial e modificando os aspectos do meio ambiente, inserindo-se como agente que influencia nas características visuais e nos fluxos de matéria e energia modificando o "equilíbrio natural" dos ecossistemas e geossistemas. (1999, p. 37).

Dada a pertinência das abordagens travadas no debate relacionado à temática riscos, principalmente no campo das ciências e das tecnologias sobretudo no discurso referente às catástrofes, decorre uma vasta sobreposição de informações envolvendo as áreas de economia, política, ciência, cultura, religião, entre outras. Nesse sentido, cabe destacar que a temática riscos requer uma abordagem adjunta, considerando a singularidade que envolve o que Latour (1994, p. 9) denomina de "híbridos", pois é a partir da miscigenação das abordagens científicas que, de acordo com o estudioso (LATOUR, 1994, p. 8), "Toda cultura e toda a natureza são diariamente reviradas aí".

Assim, delinear as abordagens em diversas áreas do conhecimento, analisando o panorama de modo íntegro, híbrido e não fragmentário, tem sido apontado como enfoque na perspectiva da problematização do conceito na modernidade, alvitrando um novo olhar para a sociedade moderna. Ainda de acordo com Latour (1994, p. 12):

> Os fatos científicos são construídos, mas não podem ser reduzidos ao social, porque ele está povoado por objetos mobilizados para construí-lo. O agente desta dupla construção provém de um conjunto de práticas que a noção de desconstrução capta da pior forma possível.

Dessa forma, o espaço traz na sua essência uma sincronia de fisionomias que evidenciam elos sociais pretéritos e presentes apresentando formas e funções constituídas historicamente, fruto da dinâmica socioespacial. Isso traz à tona que os riscos se mostram híbridos, devendo ser considerados os fatores distintos que os envolvem, exigindo superação da rede tênue entre questões de ordem política, socioeconômica e ambiental que constantemente estão irrompendo, envolvendo tempo, espaço e sociedade. De acordo com Santos (1979, p. 42-43):

> Seria impossível pensar em evolução do espaço se o tempo não tivesse existência no tempo histórico, [...] a sociedade evolui no tempo e no espaço. O espaço é o resultado dessa associação que se desfaz e se renova continuamente, entre uma sociedade em movimento permanente e uma paisagem em evolução permanente. [...] Somente a partir da unidade do espaço e do tempo, das formas e do seu conteúdo, é que se podem interpretar as diversas modalidades de organização espacial.

O mesmo autor destaca que a evolução das técnicas, os objetos e as ações são sistemas constituintes da "natureza do espaço"; além disso, em diversos referenciais destaca o período informacional, sobretudo a partir de 1970, com o crescimento das redes geográficas, o acirramento do processo de globalização, a constituição do meio técnico-científico-informacional, constituindo elementos-chave na compreensão de processos correspondentes à "modernização seletiva" e regionalizada do território brasileiro. Esse processo caracteriza o "espaço híbrido", composto de formas, conteúdos, funções, objetos, ações, processos e resultados, sendo que a técnica é elemento-chave no tempo histórico da transformação socioespacial. Nesse sentido, considera o espaço geográfico um híbrido da conjuntura social e física, aglutinando relações sociais e materiais.

Tendo em vista as relações de convivência imperiosa da sociedade com o meio associado a todos os componentes envolventes, urge refletir sobre o funcionamento dos sistemas ambientais, que, em razão de vários fatores, dentre eles as intervenções materializadas em descompasso com a dinâmica natural do ecossistema, potencializam a repercussão dos riscos e a vulnerabilidade socioambiental. Dada a composição híbrida do espaço, alguns autores enfatizam a necessidade de os riscos serem abordados na perspectiva da hibridação, uma vez que nele estão contidas múltiplas faces, sendo complexo e produzido socialmente.

Destacando essa vertente de análise Júnior Nascimento (2018, p. 153) enfatiza que "Muitas são as possiblidades de análise dos problemas ambientais que carecem de categorias e conceitos híbridos." Comungando desse ideário, referindo-se ao risco denominado híbrido, Mendonça (2021) aborda que

> Os riscos possuem diferentes origens e concepções e são de vários tipos... A compreensão deles como híbridos está embasada na concepção de que os riscos são construções sociais... Mesmo tendo um fenômeno concebido como desencadeador da ameaça na natureza ou na tecnologia, ele somente se torna um risco se impactar as sociedades humanas, por isso riscos híbridos.

De acordo com Lourenço (2006, p. 110), os riscos podem ser agrupados quanto à sua origem em

> [...] naturais – cujo dano tem a sua origem na natureza; antrópicos – quando o fenômeno causador do dano tem origem em ações humanas; e mistos – quando o prejuízo apresenta causas combinadas (condições naturais e ações antrópicas).

Os riscos naturais nunca podem ser analisados isoladamente (REBELO, 2001, 2003), e o termo "perigo" está altamente associado ao risco. Eles são formados por meio da conjugação do perigo e da exposição da comunidade. Sendo assim, perigo e risco são termos intimamente relacionados.

A tríade risco-perigo-crise está interligada, e é essencial saber "onde", "quando", "como" e "por que" os riscos se manifestam (LOURENÇO, 2014).

No Brasil, o Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT (BRASIL, 2007, p. 26) conceitua risco como "relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade".

Considerando que a vulnerabilidade ao risco está associada à dinâmica natural do ambiente envolvendo os aspectos geoecológicos do sítio (clima, relevo, drenagem, solo, entre outros), como também ao processo de ocupação e transformação do espaço, aliado à situação socioeconômica e cultural da sociedade, compreender a materialidade do fenômeno decorre do entendimento conceitual e das relações entre ameaça, vulnerabilidade e perigo.

Para a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (EIRD, 2004), ameaça é identificada como "[...] evento físico, potencialmente prejudicial, fenômeno e/ou atividade humana que pode causar a morte e/ou lesões, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica ou degradação ambiental."

A intensidade da força das intervenções materializadas no espaço associada à incapacidade de resposta de suporte de carga do meio configura a dimensão da vulnerabilidade. Nesse sentido, a susceptibilidade está inerente à exposição, à sensibilidade e à capacidade de resposta.

EIRD (2004) define como vulnerabilidade "Fatores ou condições determinadas por processos sociais, econômicos e ambientais físicos, que aumentam a susceptibilidade de uma comunidade ao impacto dos riscos".

Segundo Souza (2013, p. 128), "se existem os riscos, significa que há presença de algum perigo em processo e de vulnerabilidade humana a esse perigo (DAGNINO e CARPI JR., 2007; REBELO, 2010), que pode ser de ordem natural e, ou social."

Para o EIRD (2004), a ameaça/perigo é identificada como

> Evento físico, fenômeno potencialmente prejudicial e/ou atividade humana que pode causar morte ou ferimentos, danos à propriedade, interrupção de atividade social e econômica ou a degradação ambiental. Estes incluem condições latentes que podem representar futuras ameaças/perigos, que podem ter diferentes origens: natural (geológica, hidrometeorológica e biológicas) ou induzida por humanos processos (degradação ambiental e riscos tecnológicos). Risco pode ser única, seqüencial ou combinado em sua origem e efeitos. Cada um é caracterizado pela sua localização, a intensidade, a frequência e probabilidade.

Nesse sentido, destaca-se que é através das ameaças a que uma população está submetida que se pode determinar o grau de vulnerabilidade e, consequentemente, estabelecer a classificação do risco.

Tornar compreensível e explicável aos atores sociais a complexidade da teia dos riscos híbridos associando à dinâmica das transformações socioespaciais envolve uma análise geográfica.

A geografia escolar torna possível a compreensão da complexidade social e espacial com a concretude e as singularidades do cotidiano no lugar que apresenta um caráter geográfico, social, histórico real, concreto e tangível, entendendo os aspectos do presente e os precedentes históricos na apreensão do espaço vivido.

A sociedade em cada momento histórico concebe o espaço materializando nele "os sistemas de objetos" resultantes do trabalho humano para que "os sistemas de ações" possam ser desenvolvidos. Como são indissociáveis e cumulativos, pois um depende do outro, geram novos objetos e novas ações. Assim, o espaço está permanentemente em construção, sendo produto das relações humanas e das relações dos atores sociais com o meio, constituindo-se em temática relevante para o aluno.

As reflexões sobre ações que potencializam as transformações socioespaciais inerentes ao espaço que está sendo estudado conferem autonomia de abordagem à ciência geográfica, como destaca Conti:

> [...] a Geografia tem por objeto próprio a compreensão do processo interativo entre sociedade e natureza, produzindo, como resultado, um sistema de relações e de arranjos espaciais que se expressam por unidades paisagísticas identificáveis. Esse enunciado, por si só, aponta para a dimensão e o enorme alcance de seu conteúdo, enquanto análise integrada de duas categorias indissociáveis: o espaço terrestre e a transformação nele operada pela atividade humana ao longo do tempo histórico (2001, p. 59).

Dessa maneira, a aprendizagem espacial, voltada para a compreensão das formas pelas quais a sociedade organiza seu espaço, deve ocorrer, dentre outros meios, na escola, dando ênfase às construções e reconstruções espaciais no trabalho pedagógico geográfico. Como dizia o grande pensador Paulo Freire, "Ensinar exige a convicção de que a mudança é possível", e isso se torna fonte para imergir no bioma Pantanal de Aquidauana com a temática riscos, partindo do seu caráter multifacetado e complexo, fruto da construção social. Segundo Callai,

> A Geografia que o aluno estuda deve permitir que ele se perceba como participante do espaço que estuda, onde os fenômenos que ali ocorrem são resultados da vida e do trabalho dos homens e estão inseridos num processo de desenvolvimento (2003, p. 58).

Abordar a temática riscos híbridos na perspectiva geográfica com a Educação Básica, considerando a realidade local e o meio de vivência do aluno, envolvendo reflexões sobre os fatores relacionados à produção e organização do espaço e suas repercussões no bioma Pantanal, torna-se uma trilha de formação e instrumentalização para atuação numa gestão participativa capaz de contribuir enquanto cidadão ou profissional atuante na gestão ambiental.

Frente aos entraves e desafios que simultaneamente envolvem de um lado estratégias de ações das corporações capitalistas e de outro lado atores sociais no que diz respeito aos interesses difusos e diversos no espaço, surgem os regramentos legais na mediação das relações conflitivas e de impactos ao ambiente, bem como a inserção da Educação em Defesa Civil no sistema de ensino.

Cabe ressaltar que instrumentos legais versando sobre a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil remontam à década de 1970. Destaque dado à Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, dispondo sobre o parcelamento do solo urbano, vedando a aprovação de projeto de loteamento e desmembramento em áreas de risco definidas como não edificáveis.

Apesar de a Lei nº 8.239, de 4 de outubro de 1991, dispor sobre o "Serviço Alternativo ao Serviço Militar Obrigatório", o parágrafo 4º do Art. 3º destaca que "O Serviço Alternativo incluirá o treinamento para atuação em áreas atingidas por desastre, em situação de emergência e estado de calamidade, executado de forma integrada com o órgão federal responsável pela implantação das ações de proteção e defesa civil".

Com relação à inserção da Educação em Defesa Civil no sistema de ensino, o parágrafo 7º do artigo 26 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, destaca que "Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios". Cabe observar que alterações acrescentadas nessa lei de acordo com a Lei nº 12.796, de 2013, dispondo sobre a formação dos profissionais da educação, mantêm na íntegra as ressalvas do parágrafo enfatizado.

A Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, estabeleceu diretrizes gerais da política urbana com o objetivo de ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade nesse ambiente. No Artigo 2º, inciso VI, que versa sobre a ordenação e o controle do uso do solo, enfatiza-se, na alínea h, que é uma forma de evitar "a exposição da população a riscos de desastres".

Observações referentes ao planejamento e ordenamento de ações do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC, além da disposição de transferência dos recursos para ações de cunho gerencial de socorro e resiliência, bem como sobre o "Fundo Especial para Calamidades Públicas", foram abordadas na Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010.

Uma ampliação da área de abrangência, bem como os fins a que servem todos esses instrumentos legais, além de concatenar o auto dos regimentos, se encontra estabelecida na Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012; além disso, redefine as diretrizes, os objetivos e a competência com relação à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e ao Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC, como também dispõe sobre instrumentos de medidas estruturais e não estruturais.

A Lei nº 12.983, de 02 de junho de 2014, realizou alterações e revogações de alguns dispositivos nas legislações datadas de 2001, 2010 e 2011 com relação aos critérios e à transferência dos recursos financeiros nas três esferas de poder em projetos assistenciais à população no que tange aos aspectos de calamidade pública e situação de emergência, bem como para a execução de ações de prevenção em áreas de risco em resposta e recuperação nas parcelas de espaços atingidos por desastres.

Um novo Decreto, sob o nº 10.593, foi editado em 24 de dezembro de 2020, regulamentando o que se encontra disposto na Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, e na Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. No artigo 1º, a nova Lei

> [...] dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - Sinpdec e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - Conpdec, sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres, e sobre os critérios e as condições para declaração e reconhecimento da situação de emergência ou do estado de calamidade pública.

De acordo com informações da imprensa da Casa Civil, o Decreto regulamenta a atuação do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e trata também do Conselho, do Plano e do Sistema Nacional de Informações e Monitoramento de Desastres. Nesse sentido, vem regulamentar a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, lançando as bases para o funcionamento do Sistema Nacional, propondo atuação harmônica e integrada dos órgãos e entidades que o compõem.

No momento histórico presente, face aos desafios inseridos para a compreensão dos riscos no Pantanal, marcado pelos processos com fortíssima participação antropogênica nas interferências da dinâmica natural do bioma,

coloca-se em evidência a necessidade de se analisar as repercussões dos riscos híbridos na gestão ambiental e territorial, principalmente com a Educação Básica. Tomando novos matizes de abordagem frente aos vários desafios para a conservação em virtude do aumento de ocorrências relacionadas à suscetibilidade e à vulnerabilidade aos riscos, bem como os prejuízos decorrentes, deve-se dar uma resposta concreta à sociedade da situação em que se encontram grande parcela do pantaneiro e o meio, vulneráveis à materialização dos riscos.

O fazer geográfico com os estudantes: imergindo no bioma Pantanal

De acordo com informações do IBGE, o Pantanal situa-se na planície da Bacia do Alto Paraguai e ocupa uma área de 150.533 km². Notas do portal online da Embrapa Pantanal o nomeiam como a maior planície alagável do mundo, abrangendo território da Bolívia, do Paraguai e do Brasil, sendo que a extensão da área na esfera nacional compreende os estados de Mato Grosso (35%) e Mato Grosso do Sul (65%).

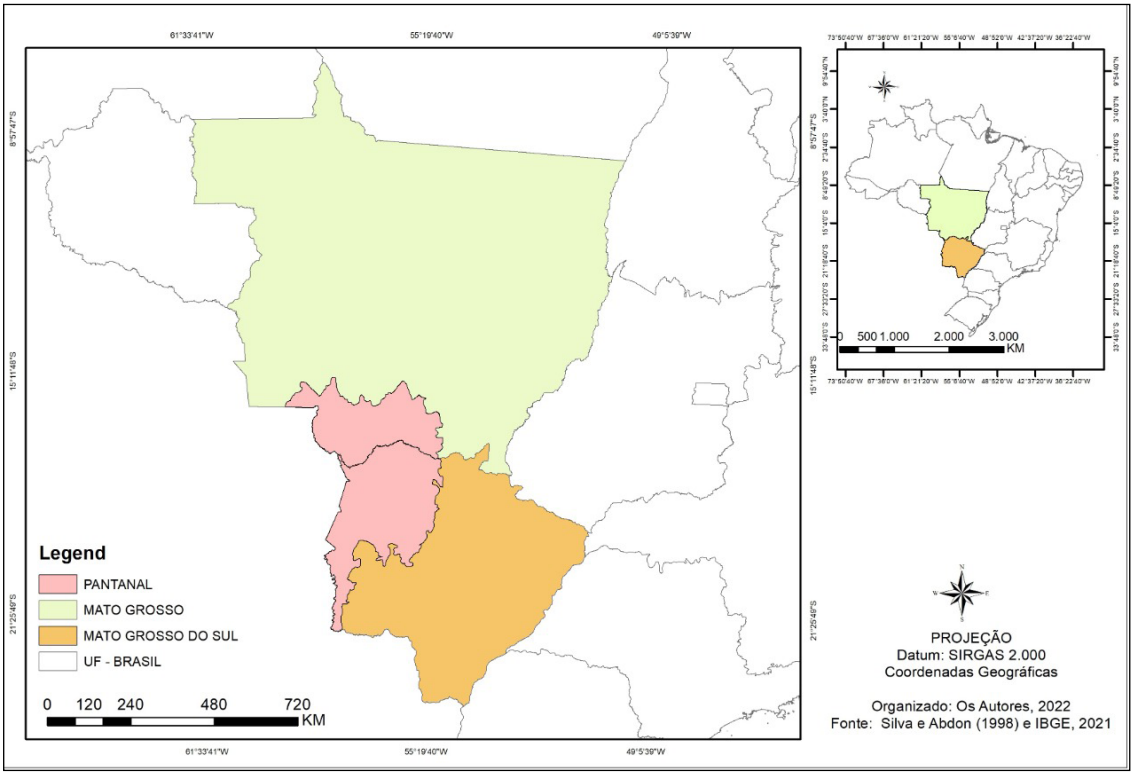


Figura 1. Mapa de Localização do bioma Pantanal nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Ab'Sáber (1988) conceitua o Pantanal como "complexa planície de coalescência detrítico – aluvial, ecossistemas do domínio dos cerrados, ecossistemas do Chaco, além de componentes do Nordeste seco e da região periamazônica."

Nesse sentido, se destaca a rica biodiversidade contida no Pantanal, uma vez que as manchas incluídas com características comuns de outros biomas, por

vezes contornadas e ladeadas por áreas compostas de atributos peculiares do bioma Pantanal, configuram um ecótono com características diversificadas de idiossincrasias dadas as peculiaridades de zona de transição.

A delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões, de acordo com Silva e Abdon (1998), refere-se a 11 sub-regiões: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paiaguás, Paraguai, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho. Configura-se, assim, a delimitação do Pantanal brasileiro com seus respectivos limites, considerado a maior planície de inundação contínua do planeta, com uma área de mais de 138 mil quilômetros quadrados.

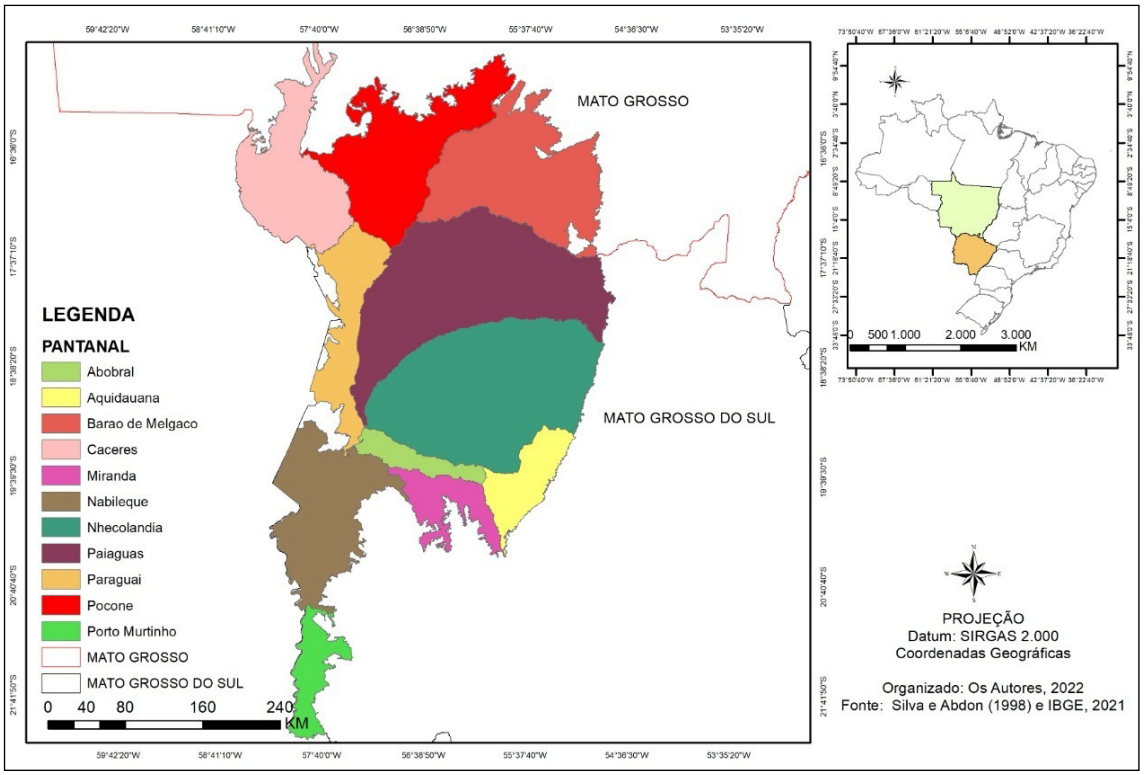


Figura 2. Mapa subdivisões do bioma Pantanal.

Contudo, é plausível enfatizar que na hodiernidade impactos ambientais e socioeconômicos no Pantanal estão ocorrendo com frequência, associados a um planejamento ambiental frágil que não garante a sustentabilidade do bioma e as singularidades inerentes a ele, além do processo vilipendiador das políticas ambientais.

Pesquisa desenvolvida pela Embrapa Pantanal referindo-se aos fatos destaca que, nas últimas três décadas, o Pantanal vem sofrendo agressões pela sociedade, praticadas não somente na planície, como também nos planaltos adjacentes. Ações desordenadas, predatórias e irregulares têm causado diversos problemas socioambientais, afetando a vida do pantaneiro, as espécies animais e vegetais, o solo, os rios.

Nesse contexto, acrescentam-se também a expansão rápida e desordenada da cadeia produtiva do agronegócio; o emprego excessivo de agroquímicos e

agrotóxicos; a exploração de diamante e de ouro com utilização intensiva de mercúrio, contaminando comunidades aquáticas. Somam-se, ainda, focos de calor, queimadas, incêndios florestais, seca, inundação.

Observa-se que a diversidade de riscos aos quais a sociedade pantaneira, e quiçá planetária, está frequente e continuamente suscetível se encontra em incessante ebulição. As consequências advindas têm atingido cada vez mais pessoas e áreas do bioma, sendo que os desencadeamentos dos acontecimentos estão cada vez mais inter-relacionados, exigindo múltiplas e heterogêneas análises.

Dessa forma, a luta em defesa desse bioma torna-se algo vital, colocado como uma das premissas fundamentais à permanência das espécies. Nesse sentido, urge como necessária a premência de sensibilizar a sociedade para a gestão dos riscos, instigando a prevenção para atenuar as problemáticas, elucidando a relevância da percepção desses problemas.

Acredita-se que uma estratégia educativa em espaços formais e não formais vem contribuir com a sociedade, que carece de propostas que auxiliem na compreensão dos eventos adversos, fortalecendo a atuação de um sujeito ativo. Espera-se que as reflexões realizadas a partir do chão pantaneiro, com toda a comunidade estudantil, os estimule a reivindicar a prioridade essencial de implementação de estratégias de ações que prezem pela ética humana e pela coesão social com o ambiente, retratando o espaço com os aspectos naturais e humanos nele sedimentados, considerando o processo dinâmico associado à totalidade.

Sabe-se que a geografia das práticas sociais fomentada em estratégias educativas dá suporte à análise geoambiental integrada, sensibilizando os atores sociais a imergirem no contexto estudado, percebendo que fazem parte das transformações do espaço no qual estão inseridos.

Refletir sobre os riscos híbridos no bioma Pantanal, e especificamente no Pantanal de Aquidauana, com estudantes através de sequência pedagógica potencializa a formação do “sujeito de ocorrências”. Os procedimentos de interpretação intencionados neste estudo podem ser desenvolvidos pelo professor de Geografia, bem como por outras áreas do conhecimento, até em espaços não formais de aprendizagem, assim como congregarem forças e esforços interdisciplinares e transdisciplinares na perspectiva de produzir e internalizar conhecimentos sobre os riscos.

Dessa forma, as estratégias de ações aqui apresentadas oportunizam uma maior compreensão sobre os riscos no bioma e no Pantanal de Aquidauana, bem como as relações sociais, econômicas e ambientais pretéritas, presentes e futuras nesse espaço, além de uma socialização do conhecimento com o público externo aos muros das instituições que promova o ensino e a geração de conhecimento.

Trata-se de um momento que oportuniza aos sujeitos falar de sua experiência vivida, expressar seu conhecimento, aguçar a reflexão e produzir saberes. Promove uma compreensão dos riscos de forma integrada: os aspectos sociais, econômicos, ambientais, físicos, culturais que são materializados através de uma variabilidade de ações conjugadas e complexas, despertando uma multiplicidade de olhares, reflexões, ações na perspectiva de compreender o objeto de estudo.

O roteiro proposto é uma sugestão procedimental e atitudinal que pode ser adaptada e executada integral ou parcialmente, como também possui flexibilidade para que sejam implementadas mais possibilidades de ações e intervenções baseadas no conhecimento e na experiência acumulada a respeito do tema pelo executor da proposta, contudo dinamiza a criação dos signos de aprendizagem da temática que está sendo explorada.

Encontro dos sujeitos com o objeto de análise

Num primeiro momento, apoiado na ação tempestade de ideias, realizar uma aula expositiva dialogada com rodas de conversa sobre o ideário dos estudantes a respeito do conceito de bioma e suas respectivas características. Destacar e enfatizar as percepções expressas pelos estudantes.

Observar e enaltecer aquilo que o aluno traz de conhecimento sobre o tema, cabendo ao professor direcionar o aperfeiçoamento dessa construção teórica. Destacar que o bioma representa um conjunto de fauna e flora que expressa uma constante interação entre os elementos da natureza, evidenciando o relevo, o clima, a vegetação, mas que o solo, estrutura geológica, entre outros aspectos, também é importante. Enfim, deve-se ensinar que é resultante de uma abordagem integrada da dinâmica da natureza numa área e que no território brasileiro existe um quantitativo de seis biomas: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal.

Após isso, distribuir cópia do mapa com a divisão político-administrativa do Brasil (Figura 3) e solicitar aos estudantes que indiquem a localização de cada bioma citado. Depois, distribuir cópia do mapa dos biomas (Figura 4), e cada aluno realizar comparação com a marcação delimitada no mapa anterior, corrigindo os possíveis desvios de contorno e balizando os limites, apresentar imagens características de cada área e enaltecer as singularidades de cada bioma.

Figura 3. Mapa político-administrativo do Brasil.

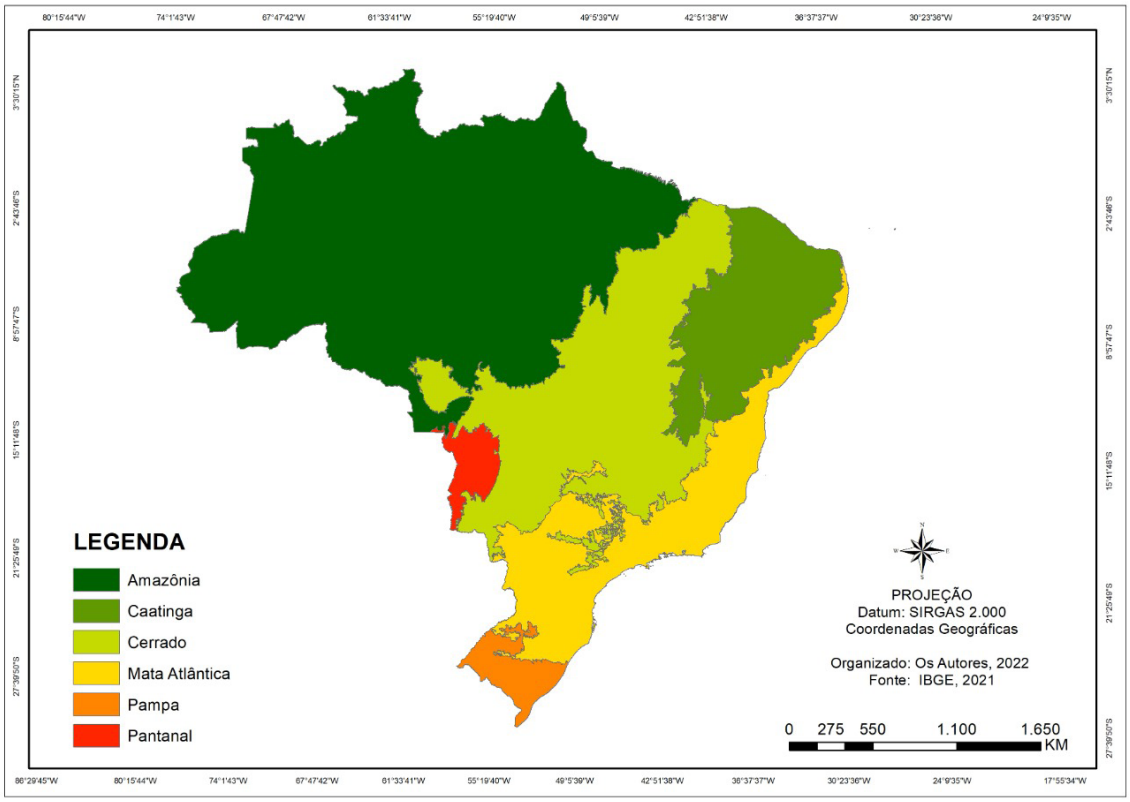


Figura 4. Mapa delimitação dos biomas brasileiros.

Em seguida, abrir um espaço de diálogo e conversar sobre o clima, a vegetação, a fauna de cada local, ressaltando que a classificação dos biomas considera a interação entre esses elementos do meio que se influenciam mutuamente, sobressaindo a vegetação, além de esclarecer dúvidas e explorar as imagens.

Aproveitar o momento para enfatizar o conceito de domínios morfoclimáticos, que leva em consideração os aspectos físicos do relevo, sobretudo a interação entre o clima e a morfologia de um determinado local. Ressaltar que o bioma abrange aspectos bióticos, configura toda a fisionomia do ambiente – a fauna, a flora, o clima, as populações biológicas que habitam e o domínio morfoclimático – e se ater à interação entre o clima e a forma. No entanto, os dois conceitos se complementam para estudar um bioma.

Enfatizar que o conceito de domínios morfoclimáticos foi criado e utilizado no Brasil pelo geógrafo e professor Aziz Ab'Sáber em 1970, que objetivou fazer um levantamento da diversidade paisagística do território brasileiro, mas é amplamente utilizado nas abordagens geográficas referentes à paisagem. Esse conceito estabelece uma associação ou integração entre diferentes elementos, tais como: relevo, tipos de solo, clima, hidrologia e formas de vegetação. De acordo com o conceito definido pelo professor Ab'Sáber, podem ser identificados seis diferentes domínios morfoclimáticos e, entre eles, as chamadas faixas de transição: Domínio Amazônico – região Norte do Brasil, com terras baixas e grande processo de sedimentação, clima e floresta equatoriais; Domínio dos Cerrados – região central do Brasil, vegetação tipo cerrado e inúmeros chapadões; Domínio dos Mares de Morros – litoral brasileiro, onde se encontra a floresta Atlântica e possui clima diversificado; Domínio das Caatingas – região nordestina do Brasil (Polígono das Secas), de formações cristalinas, área depressiva intermontanhas e de clima semiárido; Domínio das Araucárias – região sul brasileira, área do habitat do pinheiro brasileiro (araucária), região de planalto e de clima subtropical; Domínio das Pradarias – região do Sudeste gaúcho, local de coxilhas subtropicais. Faixas de Transição englobando: as Zonas dos Cocais, a Zona Costeira, o Agreste, o Meio-Norte, as Pradarias, o Pantanal e as Dunas.

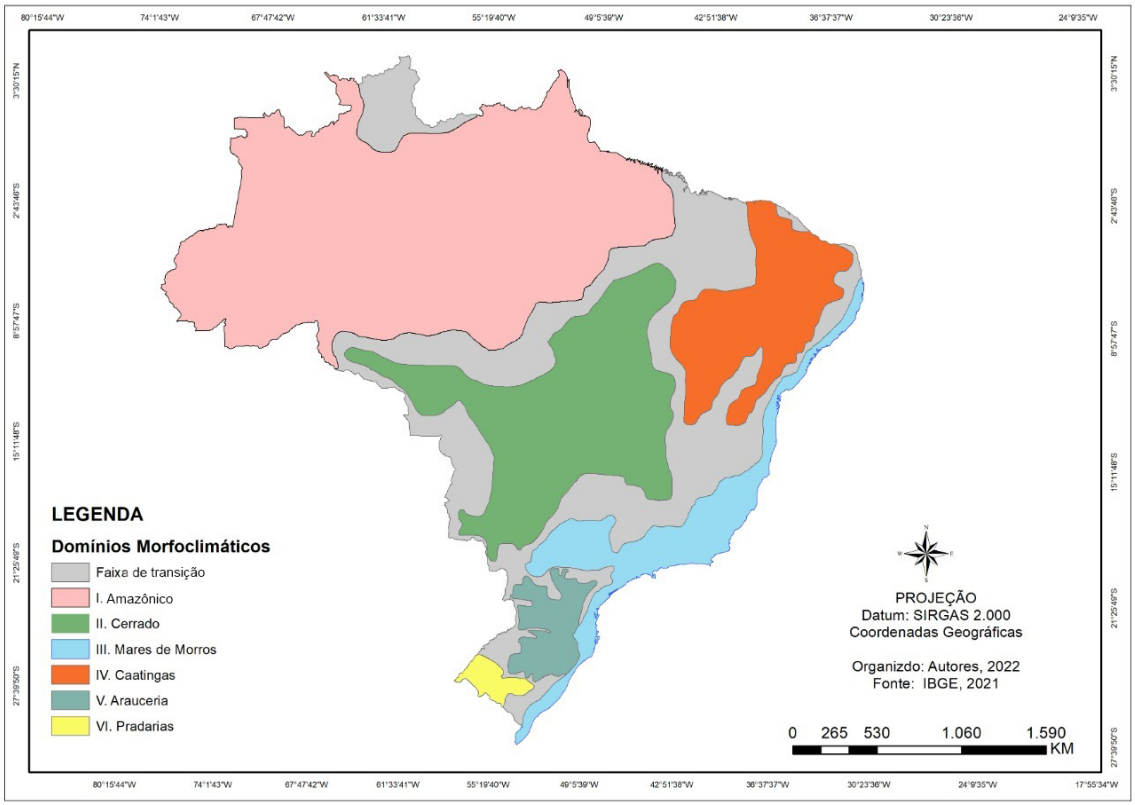


Figura 5. Mapa delimitação dos domínios morfoclimáticos brasileiros.

Aproveitar a conversa para abordar os conceitos das feições de relevo (planalto, planície, depressão), bem como suas influências e repercussões em outros componentes do meio, como, por exemplo, bacia hidrográfica. Pontuar que ela é o conjunto de todos os elementos de um rio e que se forma graças aos diferentes cursos d'água.

Representar uma bacia hidrográfica a partir da técnica frotagem. Utilizar de preferência a folha de uma espécie arbustiva nativa do pantanal, friccionar o giz ou o lápis no papel para captar o desenho, a forma e a textura. Explorar a imagem, ressaltando o canal de primeira ordem, os seus afluentes e a composição de uma bacia hidrográfica. Aprofundar com o vídeo por Aziz Ab'Sáber "Os quatro Brasis". Vídeo TV Escola – Série Ensino Médio.

Acessar o site: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normais Climato logicas>, baixar dados das normais climatológicas das regiões brasileiras que englobam os diferentes domínios morfoclimático. Confeccionar climogramas no papel milimetrado ou no programa Excel, como no exemplo da Figura 6.

.

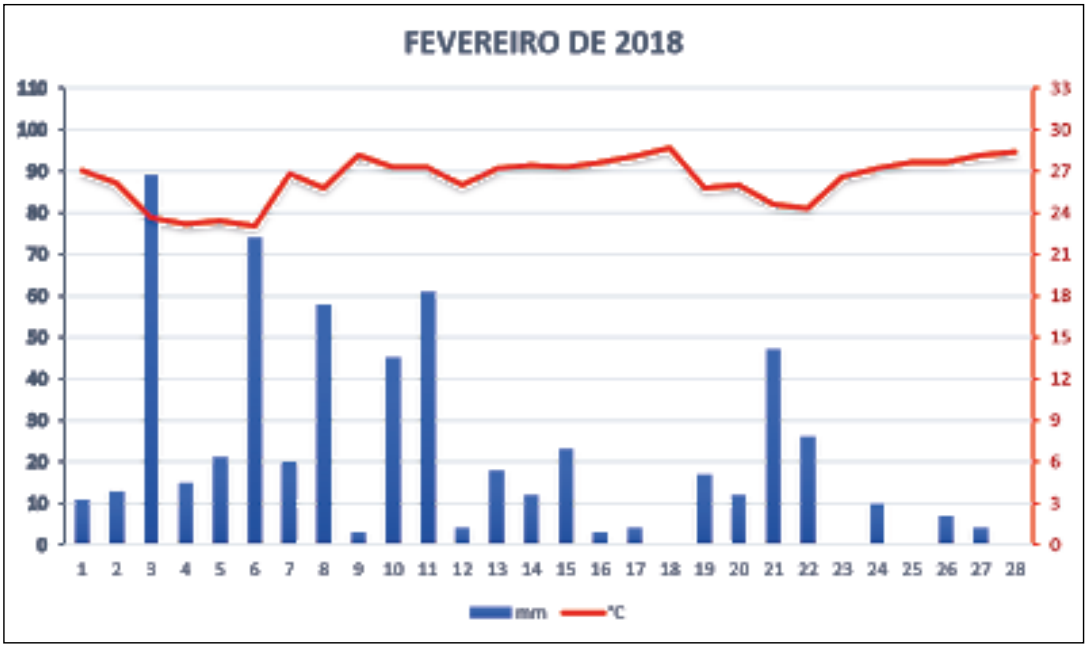


Figura 6. Modelo de climograma.

Dialogar com os alunos sobre as representações gráficas, enfatizando a caracterização climática das diversas áreas representadas, e relacionar com o mapa de classificação climática, associando com relevo, altitude, latitude, entre outros fatores de clima, e associar as informações com os domínios morfoclimáticos. Destacar que as faixas de transição entre os domínios morfoclimáticos constituem unidades paisagísticas que mesclam características de todos os biomas, evidenciando que o Pantanal se encontra inserido neste caso.

Após esta etapa, promover o reconhecimento do território que envolve o bioma Pantanal, dividir a sala em grupos, compostos tendo em igual proporção o número de integrantes, e realizar a representação da divisão territorial que engloba a área de abrangência em território brasileiro, bem como nas unidades da federação envolvidas, podendo utilizar as Figuras 1 e 2. Sugere-se a impressão das imagens na escala que o mediador considerar adequada para visualização.

Na produção da maquete, indica-se o uso de massa de modelar produzida a partir dos seguintes ingredientes: 2 copos de farinha de trigo; 1/2 copo de água; 2 dedos de óleo de cozinha; 2 dedos de vinagre; corante alimentício nas diferentes cores que julgar necessário. Em um recipiente misturar os ingredientes e amassar até ficar em condições apropriadas para modelar. Uma vez não

atingido o ponto ideal, recomenda-se acrescentar, gradativamente, mais farinha de trigo. Dividir a massa em quantas partes for usar na representação e aplicar o corante nas cores escolhidas.

Usando um papelão reforçado como suporte para a base no tamanho desejado, envolvê-la com papel pardo ou de sua preferência e colar ou fixar. Em seguida, demarcar nesse suporte, pontilhando com caneta, o contorno do mapa desejado. Em seguida, cobrir o molde com massa nas devidas cores escolhidas para representar a divisão. Pressionar bem a massa sobre a base, respeitando os limites demarcados. Inserir marco de localização, utilizando palito de madeira com um papel colado escrito o nome do Pantanal e fixar no lugar determinado. Além disso, escrever na maquete título, legenda e escala.

Após consolidar a representação das linhas fronteiriças no bioma Pantanal, fazer a mediação de uma roda de conversa e problematizar. Perguntar aos estudantes o que sabem sobre o bioma, suas características. Ler com a turma um infotexto sobre o bioma (https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-pantanal), esclarecer dúvidas e explorar as imagens do local.

Organizar grupos e propor uma atividade no laboratório de informática com a finalidade de aprofundar os conhecimentos sobre o bioma Pantanal as bacias hidrográficas existentes com as sub-bacias que o envolvem. Podem ser acessados os sites portalbrasil.net/brasil_hidrografia.htm e mundoeducacao.com.br/geografia/bacias-hidrograficas-brasil.htm. Para obter informações sobre os principais rios da bacia, acessar o site escola.britannica.com.br e digitar o nome no item “busca”, além do site da EMBRAPA PANTANAL, do IMASUL, entre outros.

Proponha que a turma observe o mapa contendo a bacia e as sub-bacias hidrográficas e problematize. Permita que todos expressem suas observações e, se necessário, esclareça as possíveis dúvidas. Oriente os estudantes e os auxilie a acessarem os softwares *Google Maps*, *Google Earth*, *Waze*, focando no bioma ou em alguma área específica dele que se queira explorar a análise.

Toda essa base de dados do Google dispõe de recursos diversos, como a possibilidade de zoom para aproximação ou afastamento, inclinação, iluminação e giro de uma imagem, busca de endereços, identificação e marcação de lugares, cálculo da distância entre dois pontos, obtenção de uma visão tridimensional de determinada localidade, informações de latitude e longitude de um local, além do Street View, que permite explorar lugares por meio de imagens em 360º. Fazer um levantamento das características da paisagem, do uso e da ocupação no bioma Pantanal.

Utilizando o efeito de zoom dos programas sugeridos, problematizar sobre a localização das nascentes dos rios que compõem a Bacia do Rio Paraguai, os estados que estão envolvidos na área, além do estado de Mato Grosso do Sul e, neste, quais municípios abrangem a área das sub-bacias.

Enfatizar a importância desses rios para cada localidade e para o bioma e os usos dessa bacia até em outro país. Citar alguns desses usos, como abastecimento de cidades, projetos de irrigação, produção de energia elétrica, transporte e navegação, entre outros. Ressaltar a qualidade das águas limpas, poluídas, abundantes, escassas, seu estado no lugar de vivência dos estudantes, contribuições para a preservação. Analisar a fisionomia do ambiente, da fauna, da flora, o clima, as populações biológicas, o relevo, o solo, a hidrologia, a vegetação, a sociedade, a cultura, entre outros aspectos.

A partir dessa imersão no bioma Pantanal, solicitar aos participantes que acessem individualmente pelo celular ou computador o programa *Mentimeter* (https://www.mentimeter.com). A partir do lançamento, pelo professor ou mediador, de uma questão norteadora na plataforma, em tempo real, irão criar uma nuvem de palavras da temática central riscos, a qual, no momento oportuno, será compartilhada e debatida, estabelecendo-se um diálogo interativo. O mediador solicita aos participantes que categorizem a temática, utilizando apenas palavras. O número de vocábulos permitidos por cada pessoa é definido na plataforma, recomenda-se até três. À medida que uma mesma expressão for utilizada por mais de um integrante da sala, ela será mostrada em destaque.

Após a produção das duas atividades, o professor projeta a nuvem de palavras de modo bem visível e faz a mediação numa roda de conversa sobre a temática riscos, relacionando com a maquete. Problematizar e indagar o público-alvo sobre o que sabem acerca dos riscos e como eles estão presentes no seu dia a dia.

Aproveitar o momento para enfatizar as terminologias que sobressaíram, esclarecer dúvidas, explorar detalhes da temática abordada. Destacar que, na evolução histórica da sociedade, os biomas sempre estiveram expostos a riscos de origens diversificadas. Porém, nos últimos anos, as catástrofes relacionadas a esses eventos têm atingido mais vítimas e dizimado mais vidas e espécies.

Enfatizar as causas naturais, sociais, tecnológicas, entre outras, que estão contidas na temática e, além disso, abordar como a sociedade constrói o espaço e que as injustiças sociais agravam os impactos, as ameaças e os perigos, deixando o ambiente e a vida mais vulneráveis aos acontecimentos, destacando que os riscos são também uma construção social.

Ao final da abordagem desse conteúdo programático, sugere-se a aplicação da gamificação como proposta metodológica na busca de uma maior interação e fixação do conhecimento aplicado na vivência do aluno. A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) propõe que o sujeito deve se interligar ao mundo e ao lugar, entendendo as suas linguagens. Para isso, é necessário que entenda e identifique o processo, sabendo explicar por que acontece.

Nesse sentido, pode ser usado o aplicativo *Kahoot*, que possibilita a criação de um conjunto de perguntas e respostas em que o aluno tem um tempo correspondente para responder as questões, e, ao finalizar, é apresentada uma pontuação dos acertos,

com a demonstração do desempenho através dos pontos que foram adquiridos. Assim, isso pode proporcionar aprendizagem e ao mesmo tempo instigar os alunos a interagirem com a temática estudada. Recomenda-se projetar as questões para potencializar a escolha da resposta diante do tempo estipulado.

Para o desenvolvimento da atividade, a dinâmica das regras do jogo deve ser estabelecida pelo mediador (acesso ao jogo, individual ou em grupo, acertos, somatória e perda de pontos, modalidade das perguntas, tempo), desafiando os participantes, e, após o debate temático, responder de forma rápida as inquirições. Após revelar o ranking da pontuação, estimular a pesquisa e produção de um infotexto sobre a temática risco e promover um espaço de diálogo e debate em sala.

Sugere-se, ao final desta etapa, premiar todos os participantes com o Doce Aprender dos riscos híbridos no bioma Pantanal, que pode ser produzido com os seguintes recursos e passos: 1 xícara de bolacha doce; 1 xícara de leite condensado; 1 xícara de amendoim torrado e sem casca. Triturar as bolachas e o amendoim em uma vasilha e reservar. Em uma panela aquecer o leite condensado até a primeira borbulha. Após isso, misturar tudo muito bem utilizando uma colher de pau e amassar com as mãos. Espalhar a massa em uma superfície plana e recoberta por papel filme. Se necessário, usar objeto cilíndrico para auxiliar na abertura da massa e deixar descansar por aproximadamente 10 minutos. Quando endurecer, cortar no formato desejado. Sugestão para a produção do leite condensado: 1 copo de leite; 1 copo de leite em pó; 1 copo de açúcar. Ferver o leite e acrescentar em uma vasilha esse leite em pó. Juntar com o açúcar e bater no liquidificador.

Figura 7. Doce Aprender dos riscos híbridos no bioma Pantanal.

Foco da lente geográfica no Pantanal de Aquidauana

Utilizar o recurso maquete com os materiais enfatizados na abordagem anterior, como também outra composição de massa de modelar: pó de serra (marcenaria) peneirado, cola, água e vinagre. Misture todos os ingredientes até tomar consistência de uma massa de pão e modele a área do município de Aquidauana com as subdivisões do bioma Pantanal inerente (Figura 8). Destacar que o enfoque da análise segue no Pantanal de Aquidauana, sendo necessário um olhar acurado sobre ele. Utilizar os softwares e recursos inerentes mencionados anteriormente para detalhar informações referentes a essa porção do bioma Pantanal.

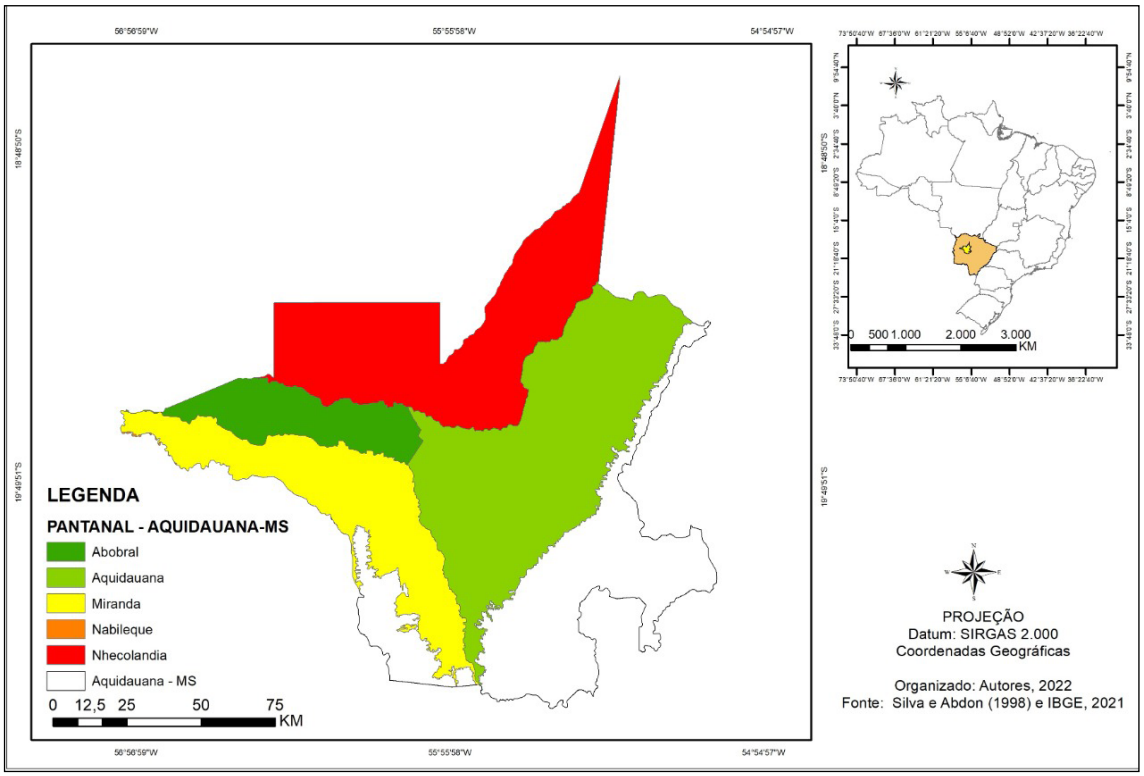


Figura 8. Subdivisão do bioma Pantanal no município de Aquidauana/MS.

Após esta etapa, ler o texto e ouvir, cantar e tocar com os estudantes a música de composição e interpretação do Grupo Acaba: “Ciranda Pantaneira”. Numa roda de conversa no ambiente que achar mais adequado, dialogar com os alunos sobre o texto da música. As principais características do bioma Pantanal de Aquidauana, a paisagem, os aspectos natural, social e cultural devem ser enfatizados. Reforçar os conceitos geográficos discutidos até este momento. Destacar o fator “área de transição” no bioma e a característica endêmica apresentada. Solicitar aos alunos que façam um quadro elencando as informações contidas na música.

Quadro 1. Seleção de informações – música: "Ciranda Pantaneira".

Componentes físico-territoriais (aspectos naturais)	Componentes culturais (aspectos culturais)	Espécies endêmicas	Principais características do bioma

Música: "Ciranda Pantaneira"

Carandá é uma planta
É planta do Pantanal
Carandá é um coqueiro
Coqueiro do Pantanal
Da folha sai abanico
Abanico pra abanar
Sai esteira pra deitar
Sai cavalo para brincar
Sai esteira pra deitar
Sai cavalo para brincar
(Grupo Acaba! Em busca da rês perdida
do casco do cavalo, um pedaço de poema
Na face pantaneira, um ponto de partida)
Quem conhece Carandá
Quem conhece camalote
Quem conhece Tarumã
É do Pantanal
Quem conhece Carandá
Quem conhece camalote
Quem conhece Tarumã
É do Pantanal
(Ser pantaneiro é sentir o cheiro da fruta
Nadar em águas barrentas, remar em águas correntes
Ser pantaneiro é a fuga da morte!
É a busca da vida)
Tem cheiro de camalote
Tem gosto de Tarumã
Tem cheiro de camalote
Tem gosto de Tarumã
Pantaneiro, chegou a hora de você cantar
Pantaneira, chegou a hora de você dançar
Me mostre essa ciranda
Nascida no Pantanal
Me mostre essa ciranda
Nascida no Pantanal
Marrequinha da lagoa
Tuiuiú do Pantanal
Marrequinha da lagoa
Tuiuiú do Pantanal
Marrequinha pega o peixe
Tuiuiú já vem tomar
Marrequinha pega o peixe
Tuiuiú já vem tomar
Marrequinha pega o peixe
Tuiuiú já vem tomar
Na beira de mil lagoas, vou remando minha canoa
Na beira de mil lagoas, vou remando minha canoa
Eu não passo dessa toa, sou molhado pela cheia
Eu não passo dessa toa, sou molhado pela cheia
Sou queimado pelo sol
Na beira de mil lagoas
Pipirá que vem subindo
Peixe grande vem atrás
Pipirá que vem subindo
Peixe grande vem atrás
Na flor deste camalote, meu canto não é de morte
Na flor deste camalote, meu canto não é de morte
Jenipapo é isca forte, pescador do Pantanal
Pantaneiro, chegou a hora de você cantar
Pantaneira, chegou a hora de você dançar
Me mostre essa ciranda
Nascida no Pantanal
Me mostre essa ciranda
Nascida no Pantanal
Sou burro pantaneiro
Sou vaca pantaneira
Sou burro pantaneiro
Sou vaca pantaneira
Na folha que a água leva
Leva o bem e leva o mal
Na folha que a água leva
Leva o bem e leva o mal
Eu sou burro pantaneiro
Sou fruta do Pantanal
Mas, onde nasce Carandá, não nasce Caraguatá
Onde nasce Carandá, não nasce Caraguatá
Onde tem Caraguatá, tem buraco de tatú
Onde tem Caraguatá, tem buraco de tatú
Onde tem Caraguatá, cavalo não pode andar
Pantaneiro, chegou a hora de você cantar
Pantaneira, chegou a hora de você dançar
Me mostre essa ciranda
Nascida no Pantanal
Me mostre essa ciranda
Nascida no Pantanal
Me mostre essa ciranda
Nascida no Pantanal

O arranjo musical também é aqui apresentado, pois pode ser executado com um instrumento com o qual algum integrante da equipe participante da atividade tiver familiaridade. Sugere-se também criar instrumentos musicais artesanais com a equipe, possibilitando a todos os envolvidos a participação numa apresentação artística e cultural, somando-se uma vertente multidisciplinar de realização da atividade.

Figura 9. Arranjo musical.

Sintetizando o cenário dos riscos híbridos no Pantanal de Aquidauana

De acordo com o referencial teórico dialogado em todas as etapas da aula, fomentar um debate temático enfatizando os fatos e as ocorrências dos riscos híbridos no bioma Pantanal na perspectiva de aprofundamento.

Em grupos fracionados, realizar o levantamento e a coleta em jornais, bem como outros meios de comunicação, de fatos e notícias associados ao tema, destacando problemas, desafios, potencialidades, relações convergentes e divergentes, sintetizando as informações em um quadro.

Quadro 2. Síntese de informações dos riscos híbridos no Pantanal de Aquidauana.

Problemas	Desafios	Potencialidades	Relações convergentes	Relações divergentes

No software *padlet.com*, elaborar um mural virtual dinâmico e interativo, inserindo quadro-síntese, manchetes, imagens, infográficos e um pequeno texto com lead contendo informações essenciais que transmitam ao leitor um resumo completo do fato, chamando a atenção do leitor para a temática, contextualizando o fato temático: o quê, quem, quando, onde, como e por quê, concatenando os dados da pesquisa realizada. Em plenária, realizar a elucidação das ocorrências dos riscos materializados no bioma, considerando as circunstâncias, as conjunturas dos acontecimentos, as apreciações e os julgamentos dos participantes da sessão.

Plantar a árvore morfológica dos riscos híbridos no Pantanal de Aquidauana

Analisar com o grupo participante, de modo minucioso, a estrutura da temática, a potencialidade, o problema do objeto eleito para ser examinado, explorado, estudado. De acordo com Coral et al. (2009), isso se constitui uma estratégia com o objetivo de analisar uma problemática identificando causas e efeitos relativos. Assim, trata-se de separar metodicamente a morfologia da árvore para estudá-la minuciosamente e depois integrá-la. Dessa forma, é realizada a ênfase no tema central (tronco); na origem (raízes); nos efeitos (galhos e folhas); nos resultados, êxito (flores e/ou frutos).

Assim, dividir a sala em grupos, em seguida solicitar que se escolha entre as principais espécies arbustivas mais representativas que se destacam no Pantanal de Aquidauana (ipê, paratudo, cambará, tarumã, buriti) para infundir a árvore da temática risco híbrido.

De posse da cópia da Figura 10 impressa em tamanho A4, a imagem também pode ser produzida pelos integrantes da atividade, cada grupo gera a árvore do risco híbrido no Pantanal de Aquidauana, escrevendo no tronco o tema central, a origem na raiz e as consequências nos galhos, e nomeia a árvore. Em plenária, expor as espécies arbustivas dos grupos e concatenar as ideias na imagem em tamanho A0, denominando-a de acordo com a sugestão extraída em assembleia.

Após esta etapa, os grupos individualizados se reúnem novamente de posse da Figura 11, tamanho da imagem A4, e, a partir das reflexões estabelecidas sobre a temática central, a origem, as consequências dos riscos híbridos no Pantanal de Aquidauana, é o momento de cultivar a árvore das soluções. Assim, por meio do tema central (tronco); da origem (raízes); dos efeitos (galhos e folhas), apresentar as soluções a partir de estratégias de ações resultando em êxito (flores e/ou frutos) e nominar a espécie. Em seguida, no espaço de diálogo e debate, congregar as decisões apresentadas e plantar a árvore das estratégias de soluções, tamanho da imagem A0, intitulando a espécie.

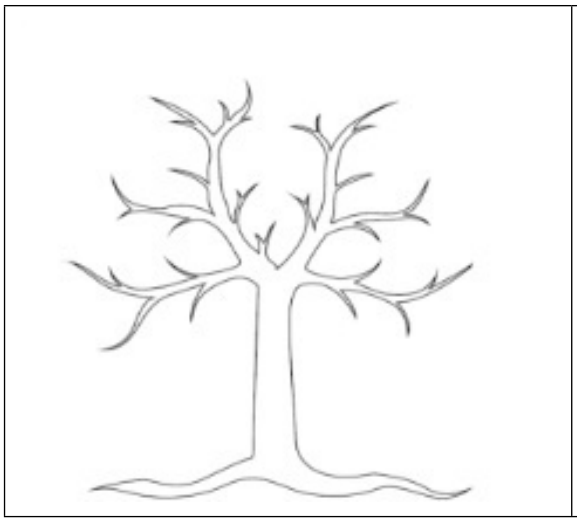


Figura 10. Árvore do Risco.

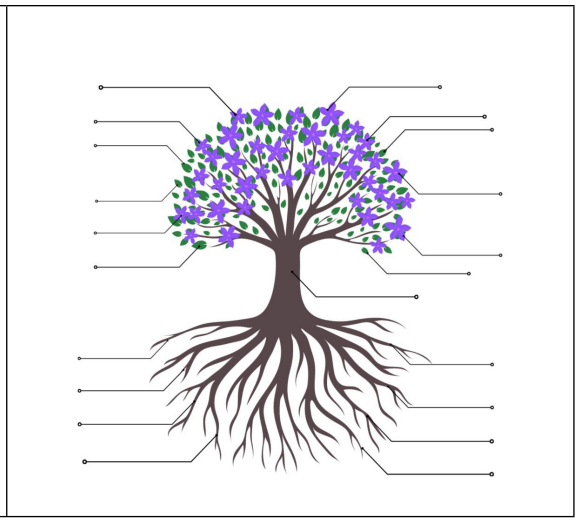


Figura 11. Ipê da Solução.

Após percorrer todas as fases e etapas da abordagem dos riscos híbridos no Pantanal de Aquidauana, destacar e enfatizar com os participantes os riscos visíveis, perceptíveis, omissos, camuflados, dissimulados que se materializam no bioma, as consequências deles e as interrelações entre eles. A relevância da análise na perspectiva socioambiental desse espaço se faz, assim, destacável.

Avaliação

Pode ser considerada toda a produção realizada ao longo do desenvolvimento do estudo, produtos gerados, questionário, participação na roda de conversa, ensaios, quadros, pesquisas, organização e execução do evento, mostra da pesquisa. Especial atenção à participação de todos nos trabalhos individuais e coletivos e nos debates, ao modo como dividem as tarefas e expressam oralmente suas ideias.

Realizar uma mostra do estudo realizado. Convidar toda a comunidade escolar, profissionais da área e demais interessados a participar. Apresentar numa feira do conhecimento a mostra da pesquisa, compartilhando toda a metodologia desenvolvida e os produtos gerados, proporcionando um contato mais próximo com a ciência produzida nos ambientes de ensino.

É o ápice da ação. Deflagrar reflexões oportunizando uma análise das relações sociedade-natureza no bioma Pantanal, desvendando as dinâmicas socioambientais relacionadas e conectadas no local, principalmente as mudanças socioespaciais e da formação e transformação das territorialidades, bem como os diagnósticos e reflexos no meio e a repercussão na fauna, na flora e na sociedade.

Considerações finais

A configuração dos riscos híbridos perpassa uma gestão integrada, uma vez que os danos humanos, materiais, ambientais, econômicos e sociais associados exigem medidas colaborativas que auxiliem na compreensão das tomadas de decisão. Assim, se envolve a sensibilização de todos os atores sociais no fomento e na concretização de iniciativas voltadas a resolver ou amenizar a complexidade das construções sociais que convergem para impactos socioambientais.

Nesse sentido, um entendimento completo de todos os elementos e variáveis representadas na escala do geossistema, proporcionando uma visão mais ampla e buscando entender o funcionamento do ambiente e suas interpelações, auxilia a compreender todos os elementos que contribuem para o processo de materialização dos riscos híbridos no bioma.

A relevância da temática riscos híbridos na educação geográfica apresenta-se como importante e imprescindível, podendo ser o caminho para a formação de um ator social autônomo, participante no contexto socioespacial, principalmente em um momento em que a quantidade de desinformações distorce toda a realidade, não contribuindo com o entendimento factual e suas consequências.

Assim, o envolvimento e a participação de aluno e professores na produção dos recursos aqui sugeridos para reflexão sobre os riscos híbridos no bioma Pantanal estreitam as classes numa posição de atores e coadjuvantes, protagonizando a produção do seu recurso didático. É um viés de abordagem na compreensão do poder da edocomunicação dos atores de base local, fazendo do processo produtivo das ideias um norte de vida de sujeitos de ocorrência da sua realidade cotidiana. Além disso, fortalece a compreensão do que significa ser um sujeito ativo quando pisa no chão de vivência cotidiana e percebe sua inserção nos diferentes espaços.

Dessa forma, este trabalho apresenta um instrumento pedagógico produzido a partir da realidade local que pode ser utilizado nas redes de ensino, na educação e na docência geográfica no município e na cidade de Aquidauana bem como a todos que possam interessar. Correspondendo, de certa maneira, aos anseios dos professores aquidauanenses da disciplina geografia para aprofundar o conhecimento partindo do meio do convívio do aluno.

O conhecimento do bioma, no qual o aluno está inserido, contribui de modo relevante na formação de um cidadão crítico, pois interfere diretamente nas ideias referentes à construção social dos riscos híbridos, deixando de atribuir as mazelas socioambientais a fatos naturais, mas construídos socialmente. Ações dessa natureza e dimensão podem se tornar um meio de reivindicar a prioridade essencial de implementação de políticas públicas, fator de preservação da ética humana e de coesão social com o ambiente de vivência cotidiana.

A concretização da promoção do processo de descoberta aqui apresentado suscita a reflexão de todos os envolvidos na produção do conhecimento, para além de livros e da sala de aula, desvendando questões obscuras muito acima do que se vê e se ouve. A oportunidade de o aluno falar de suas experiências vividas e expressar seu conhecimento aguça sua reflexão, produzindo uma erudição que não está contida em livro didático. Promove uma apreensão sobre os riscos híbridos no bioma Pantanal de Aquidauana, integrando os elementos sociais, econômicos, ambientais, os aspectos físicos, biológicos, materializados através de uma variabilidade de ações conjugadas e complexas, ensejando múltiplos olhares, reflexões, ações na perspectiva de compreender a temática estudada.

São estratégias de ações com divulgação pública de resultados que possibilitam aos participantes identificar como agentes sociais modelam o espaço, visualizando os problemas. A ação pedagógica promove considerações sobre a problemática socioambiental dos riscos híbridos transcorridos em nível nacional e internacional, quando não concilia o desenvolvimento econômico com a gestão ambiental e a sociedade. Também potencializa a promoção de reflexão e aproximação dos participantes para o problema da questão dos riscos híbridos como uma construção social.

Ao adentrar o chão pantaneiro, os estudantes apropriam-se dos aspectos sociais, físicos, históricos, geográficos resultantes de interações múltiplas no tempo e no espaço, libertando-se de prejulgamentos e preconceitos. A consolidação cultural individual de cada agente social envolvido no processo na busca insistente da compreensão da dinâmica dos riscos híbridos traz resultados que não se encontram em laboratórios, na universidade, na escola. Concretiza-se, assim, um conjunto de valores fortificados e atentos à realidade local, uma postura de troca de saberes com o povo, com o meio, pois este é a mensagem, evidentemente.

Referências

AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 20, p. 1-26, 1970.

AB'SÁBER, A. N. O Pantanal Mato-Grossense e a Teoria dos Refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. esp., p. 9-57, 1988.

BALDISSERA, A. Pesquisa-ação: uma metodologia do "conhecer" e do "agir" coletivo. **Sociedade em Debate**, v. 7, n. 2, p. 5-25, 2001.

BERBEL, N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina:** Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. **Lei nº 6.766**, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, vedando a aprovação de projeto de loteamento e desmembramento em

áreas de risco definidas como não edificáveis e dá outras providências. Brasília, 1979.
BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996.
BRASIL. **Lei nº 8.239**, de 4 de outubro de 1991. Dispõe sobre o Serviço Alternativo ao Serviço Militar Obrigatório e dá outras providências. Brasília, 1991.
BRASIL. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana com o objetivo de ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade neste ambiente. Brasília, 2001.
BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. CARVALHO, Celso Santos; Macedo, Eduardo Soares de; OGURA, Agostinho Tadashi (Orgs.). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
BRASIL. **Lei nº 12.340**, de 1º de dezembro de 2010. Observa as referências ao planejamento e ordenamento de ações do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC. Brasília, 2010.
BRASIL. **Lei nº 1.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; e dá outras providências. Brasília, 2012.
BRASIL. **Lei nº 12.796**, 4 de abril de 2013. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar providências. Brasília, 2013.
BRASIL. **Lei nº 12.983**, de 02 de junho de 2014. Alterações e revoga alguns dispositivos nas legislações datadas de 2001, 2010, 2011. Brasília, 2014.
BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.
BRASIL. **Lei nº 10.593**, de 24 de dezembro de 2020. Regulamenta a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - Sinpdec o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - Conpdec, sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres. Brasília, 2020.
CALLAI, H. C. O Ensino de Geografia: Recortes Espaciais para Análise. *In*: CASTROGIOVANI, C. (Org.). **Geografia em Sala de Aula**: Práticas e Reflexões. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.
CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização tropical. *In*: SOUZA, Maria Adélia Aparecida de; SANTOS, Mílton; SCARLATO, Francisco Capuano; ARROYO, Mónica. **O novo mapa do mundo**: Natureza e sociedade de hoje: Uma leitura geográfica. São Paulo: HUCITEC, 1999. p. 127-138.
CONTI, J. B. Resgatando a fisiologia da paisagem. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, n. 14, p. 59-68, 2001.

CORAL, E. O. A.; ABREU, A. F. de (Orgs.) **Gestão integrada da inovação**: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos. São Paulo: Atlas, 2009.

EIRD. Estratégia Internacional para la Reducción de Desastres las Américas. **Terminologia**. 2004. Disponível em: <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>. Acesso em: 16 nov. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

JÚNIOR NASCIMENTO, L. **Clima urbano, risco e vulnerabilidade em cidades costeiras do mundo tropical**: estudo comparado entre Santos (Brasil), Maputo (Moçambique) e Brisbane (Austrália). 176 f. 2018. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Tradução de Carlos Irineu da Costa. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.

LOURENÇO, L. Riscos naturais, antrópicos e mistos. **Territorium**, Coimbra, v. 14, p. 109-113, 2006.

LOURENÇO, L. Risco, Perigo e Crise. Trilogia de base na definição de um modelo conceptualoperacional. *In*: LOURENÇO, L.; TEDIM, Fantina. **Realidades e desafios na gestão dos riscos** - Diálogo entre ciência e utilizadores. Coimbra: NICIF - Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais. 2014. p. 61-72. Disponível em: <https://digitalis.uc.pt/pt-pt/livro/realidades_e_desafios_na_gest%C3%A3o_dos_riscos_di%C3%A1logo_entre_ci%C3%AAncia_e_utilizadores>. Acesso em: 10 out. 2021.

MENDONÇA, F. A. **Riscos híbridos**. Entrevista à Editora Oficinas de Textos, 2021.

OLIVEIRA, M. M. de. Metodologia interativa: um processo hermenêutico dialético Interfaces Brasil/Canadá. **Revista Brasileira de Estudos Canadenses**, Porto Alegre, RS, v. 1, n. 1, 2001.

REBELO, F. Os movimentos de massa na perspectiva da teoria de risco. **Revista Técnica e Formativa ENB**, Escola Nacional de Bombeiros, p. 7-15, 2001.

SANTOS, M. **Espaço e Sociedade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1979.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: HUCITEC, 1996. 308 p.

SILVA, J. dos S. V. de; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 33, Número Especial 1, p. 1703-1711, 1998.

SOUZA, C. J. de O. S. Riscos, Geografia e Educação. *In*: LOURENÇO, L. F.; MATEUS, M. A. (Orgs.). **Riscos naturais, antrópicos e mistos**. 1. ed. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2013. p. 127-142.

EL TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS NATURALES EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS SOCIALES (EDUCACIÓN PRIMARIA, ESPAÑA)

TREATMENT OF NATURAL HAZARDS IN SOCIAL SCIENCE TEXTBOOKS (PRIMARY EDUCATION, SPAIN)

Álvaro-Francisco Morote[1]
Jorge Olcina Cantos[2]

Introducción

En la Geografía escolar, en los últimos años los contenidos sobre el cambio climático han tenido una dedicación creciente debido al interés de concienciar y formar a las cohortes más jóvenes (CHANG; PASCUA, 2016; FERRARI *et al*., 2019; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ; OLCINA, 2019; SEBASTIÁ; TONDA, 2018; SHEPARDSON ; HIRSCH, 2020). El cambio climático es un tema de enseñanza necesario en la educación del siglo XXI debido los efectos presentes que ya se manifiestan y a los previstos para las próximas décadas (MIRÓ; OLCINA, 2021; MUÑOZ *et al*., 2020; PASTOR *et al*., 2020). En este sentido, según pone de manifiesto el *Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC], 2021), los fenómenos atmosféricos extremos, caso de los episodios de lluvias intensas, sequías, olas de calor, etc., serán en el futuro cada vez más intensos y frecuentes. Por tanto, de cumplirse estos escenarios, existe la necesidad de conseguir una sociedad mejor formada, adaptada y concienciada a estos fenómenos donde la formación escolar debe ser un pilar fundamental (MOROTE; OLCINA, 2021A; ROMERO; OLCINA, 2021).

En la enseñanza de la Climatología, el cambio climático y los riesgos naturales, cabe destacar que, como indican diferentes autores (OLCINA, 2017), su explicación no es sencilla por la amalgama de factores que intervienen (OZDEM *et al*., 2014). Y además, cabe sumar la influencia que están teniendo los medios de comunicación con la difusión de noticias falsas e información poco rigurosa sobre este fenómeno (KAŽYS, 2018), tanto en el alumnado, el profesorado (MOROTE *et al*., 2021a) e incluso en los libros de texto (MOROTE;

1 Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales - Universidad de Valencia (España). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2438-4961. E-mail: alvaro.morote@uv.es.
2 Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física - Universidad de Alicante (España). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4846-8126. E-mail: Jorge.olcina@ua.es.

OLCINA, 2020). Algunos trabajos previos sobre el análisis de manuales escolares se ha observado como el tratamiento de los contenidos que tienen que ver con el cambio climático y sus efectos destaca la escasa presencia del factor humano a la hora de contemplar el riego (MOROTE; OLCINA, 2020), así como la escasa creatividad y originalidad de las soluciones que se proponen para resolver este fenómeno (MOROTE; OLCINA, 2021a).

En España, la enseñanza de los riesgos naturales es una cuestión que queda reflejada en el actual currículo de Educación Primaria (etapa objeto de estudio) (Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero), concretamente en el Bloque 2 del área de Ciencias Sociales ("El mundo en el que vivimos") donde se insertan contenidos vinculados con la Geografía Física (clima y tiempo atmosférico, cambio climático, problemas ambientales, la Hidrografía, etc.). A ello se ha unido el mandato contenido en la reciente Ley de Cambio Climático y Transición Energética (Ley 7/2021) que indica la necesidad de desarrollar la educación y capacitación frente al cambio climático (art. 35).

En el ámbito internacional, desde la publicación del Quinto informe del IPCC (2014) ya se dejó constancia de la importancia de la educación sobre este fenómeno, así como la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2015) con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Agenda 2030), especialmente con el objetivo nº13 "Acción por el clima". En los últimos años, estos contenidos han logrado un respaldo institucional tanto en el ámbito nacional como internacional, aunque, como indican Morote y Olcina (2021a), a pesar de que el factor educación es una de las variables no estructurales más importantes para la adaptación al cambio climático, tradicionalmente es un factor que no se tiene en cuenta. Incluso hay investigaciones sobre las representaciones sociales del profesorado en formación en el que se ha demostrado que los docentes le dan un escaso valor e interés al factor "educación" para tratar los riesgos naturales en clase (MOROTE; HERNÁNDEZ, 2020).

Como explican diferentes autores (FERNÁNDEZ *et al*., 2019; MOROTE; OLCINA, 2021b), en la enseñanza del cambio climático y los riesgos naturales se deben tratar teniendo en cuenta tanto los factores naturales como humanos. Para ello, resulta preciso explicar los parámetros del análisis de riesgo: 1) peligrosidad del fenómeno natural que puede ocasionar un evento potencialmente catastrófico; 2) vulnerabilidad del grupo humano y/o la actividad que puede verse afectada por el desarrollo de un evento natural extremo; y 3) exposición o territorio afectado ante un episodio de raigambre extremo (WARD *et al*., 2020). Según explican Wisner *et al*. (2004), la acción conjunta de estas tres componentes y, teniendo en cuenta las características socio-económicas, tanto del grupo humano como del territorio, y la frecuencia de aparición de estos episodios extremos, determinan el grado de riesgo. Por tanto, en la enseñanza

de estos fenómenos, cabe remarcar que la sociedad actual es una sociedad del riesgo (GIDDENS, 1977; WHITE, 1974), dónde el factor vulnerabilidad tiene un papel relevante, incluso en ocasiones más importante que el propio evento atmosférico (PÉREZ-MORALES *et al*., 2021).

En relación a los manuales escolares de Ciencias Sociales, en España, estos recursos continúan siendo la principal herramienta utilizada en el aula, incluso a veces la única (RODRÍGUEZ *et al*., 2017). Diferentes autores (BEL *et al*., 2019; PRATS, 2012; SÁIZ, 2011; TONINI *et al*., 2015; VALLS, 2008) han puesto de manifiesto el interés que han tenido estos recursos en la investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales ya que son fuentes documentales privilegiadas que permiten, aunque con limitaciones (Morote y Olcina, 2020), aproximarse a lo que se enseña en las aulas. En cuanto a los contenidos sobre la Geografía, y concretamente en relación con contenidos sobre la Climatología, en España esta no es una línea de investigación consolidada, a excepción de trabajos recientes (MOROTE, 2020a).

Algunos de los trabajos realizados en el ámbito español sobre libros de texto y contenidos vinculados con las cuestiones del clima y tiempo atmosférico en la etapa de Educación Primaria (Ciencias Sociales), son los realizados por Martínez-Medina y López-Fernández (2016), Morote (2020b), Arrebola y Martínez (2017), Olcina y Morote (2020) o Morote y Olcina (2021a). En cuanto a la etapa de Educación Secundaria y Bachillerato destacan los estudios de Serantes (2015) y Olcina (2017). Y en relación a los riesgos naturales, cabría destacar tan sólo la investigación sobre el tratamiento de la sequía en los libros de texto de Ciencias Sociales (Educación Primaria) (MOROTE, 2021).

Esta investigación, a partir de una revisión de libros de texto de Ciencias Sociales (Educación Primaria) de España, tiene el objetivo de analizar qué riesgos naturales se tratan, qué definiciones se insertan, y qué factores naturales y humanos intervienen en estos recursos. Cabe destacar que para el caso español, la Geografía que se enseña en la Educación Primaria (cursos 1º- 6º; 6-11 años) se hace mediante la asignatura de Ciencias Sociales que integra contenidos tanto de Historia como de Geografía. Como hipótesis de partida se establece que los principales riesgos naturales citados serían las inundaciones (vinculados a episodios de lluvias intensas) y las sequías, ambos con escasas definiciones y una práctica ausencia del factor humano como causante del riesgo.

Metodología

Metodológicamente, esta investigación ha seguido el mismo procedimiento de trabajos previos sobre el análisis de manuales escolares de Ciencias Sociales (Educación Primaria). Concretamente, se han tenido en cuenta trabajos recientes

sobre contenidos climáticos (MOROTE; OLCINA, 2020; 2021a; MOROTE, 2021), pero adaptando la investigación a los objetivos propuestos. Para ello, en primer lugar, se ha consultado el currículo vigente de Educación Primaria (Real Decreto 126/2014 de 28 de febrero) con la finalidad de reconocer cómo se insertan los riesgos naturales en la asignatura de Ciencias Sociales (Bloque 2 "El mundo en que vivimos") atendiendo a los "contenidos", "criterios de evaluación" y "estándares de aprendizaje evaluables" (ver Tabla 1).

Tabla 1. El tratamiento de los riesgos naturales según el Real Decreto 126/2014 de 28 de febrero por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Bloque 2 "El mundo en que vivimos"
Contenidos
La atmósfera Fenómenos atmosféricos El tiempo atmosférico. Medición y predicción El clima y factores climáticos Los tipos de climas de España y sus zonas de influencia La intervención Humana en el Medio El cambio climático: causas y consecuencias.
Criterios de evaluación
8. Identificar la atmósfera como escenario de los fenómenos meteorológicos, explicando la importancia de su cuidado. 9. Explicar la diferencia entre clima y tiempo atmosférico e interpretar mapas del tiempo. 10. Identificar los elementos que influyen en el clima, explicando cómo actúan en él y adquiriendo una idea básica de clima y de los factores que lo determinan. 11. Reconocer las zonas climáticas mundiales y los tipos de climas de España identificando algunas de sus características básicas. 17. Explicar la influencia del comportamiento humano en el medio natural, identificando el uso sostenible de los recursos naturales proponiendo una serie de medidas necesarias para el desarrollo sostenible de la humanidad, especificando sus efectos positivos. 18. Explicar las consecuencias que tienen nuestras acciones sobre el clima y el cambio climático.
Estándares de aprendizaje evaluables
8.1. Identifica y nombra fenómenos atmosféricos y describe las causas que producen la formación de las nubes y las precipitaciones. 8.2. Explica la importancia de cuidar la atmósfera y las consecuencias de no hacerlo. 9.1. Explica cuál es la diferencia entre tiempo atmosférico y clima. 9.2. Identifica los distintos aparatos de medida que se utilizan para la recogida de datos atmosférico, clasificándolos según la información que proporcionan. 9.3. Describe una estación meteorológica, explica su función y confecciona e interpretar gráficos sencillos de temperaturas y precipitaciones. 9.4. Interpreta sencillos mapas meteorológicos distinguiendo sus elementos principales. 10.1. Define clima, nombra sus elementos e identifica los factores que lo determinan. 11.1. Explica que es una zona climática, nombrando las tres zonas climáticas del planeta y describiendo sus características principales. 11.2. Describe y señala en un mapa los tipos de climas de España y las zonas a las que afecta cada uno, interpretando y analizando climogramas de distintos territorios de España relacionándolos con el clima al que pertenece. 17.1. Explica el uso sostenible de los recursos naturales proponiendo y adoptando una serie de medidas y actuaciones que conducen a la mejora de las condiciones ambientales de nuestro planeta. 18.1. Explica las causas y consecuencias del cambio climático y las actuaciones responsables para frenarlo.

Fuente: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2021). Elaboración propia.

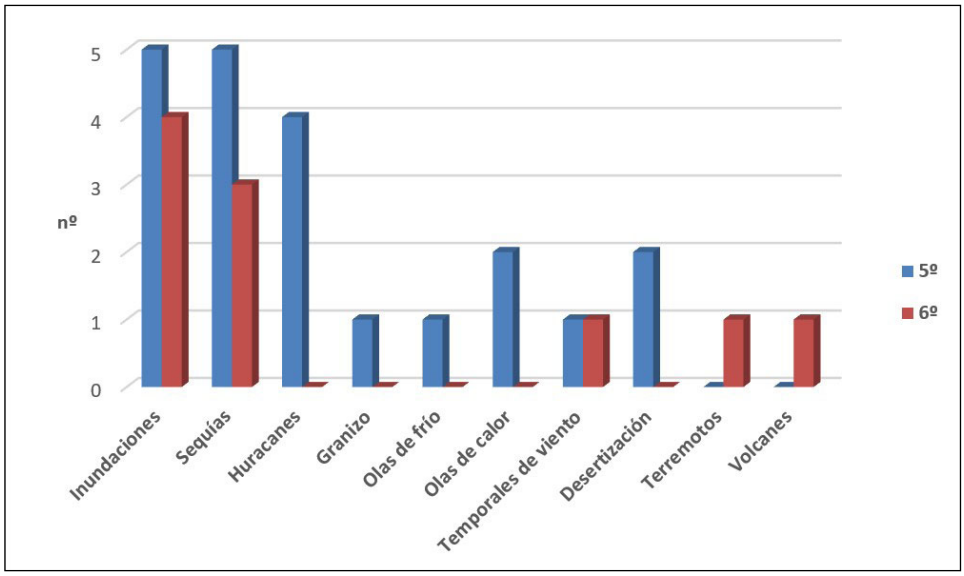
En relación a las fuentes utilizadas, estas han sido los libros de texto analizados en los trabajos previos citados anteriormente (3er ciclo de Educación Primaria; cursos 5º y 6º) que corresponden con los de la etapa de mayor complejidad cognitiva (10-11 años) y previa a la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Respecto a las unidades didácticas revisadas, estas han sido las vinculadas con la Geografía Física (clima y tiempo atmosférico, hidrografía, etc.). Cabe destacar que la elección de esta muestra de libros de texto (un total de 10) y las editoriales consultadas (Anaya, Bromera, Santillana, SM, Vicens Vives) son lo suficientemente amplia como así han justificado diferentes investigadores referentes de la manualística española, ya que estas editoriales representan el 75% de las utilizadas en el conjunto del territorio nacional (Sáiz, 2011; Valls, 2007). Además, tanto el número de manuales consultados como las editoriales utilizadas, son similares a los estudios realizados en relación con otros contenidos de Ciencias Sociales (García-Francisco *et al*., 2009; Sáiz, 2011; Sánchez-Fuster, 2017). Asimismo, cabe indicar que los libros de texto consultados son los más actuales (publicados entre 2014-2015), tras la aprobación de la LOMCE (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa).

En cuanto al procedimiento de análisis, este se ha realizado teniendo en cuenta el objetivo propuesto. Para ello se ha revisado qué riesgos naturales se tratan en las unidades didácticas. La finalidad no es sólo identificarlos, sino también analizar si se insertan definiciones sobre los mismos y qué factores naturales y humanos intervienen.

Resultados

El análisis de los libros de texto en relación a los riesgos naturales pone de manifiesto que se citan hasta 10 fenómenos, tanto atmosféricos (inundaciones, sequías, huracanes, granizo, olas de frío, olas de calor, temporales de viento, desertización) como geológicos (terremotos, volcanes). No obstante, estos no se tratan en todas las editoriales y cursos. Asimismo, cabe destacar que sólo en 5º se insertan apartados específicos sobre estos contenidos bajo el título de “riesgos climáticos” (Anaya), “Los riesgos naturales climáticos” (Bromera) o “Catástrofes atmosféricas” (SM). Para el caso de la editorial Bromera es interesante la incorporación de dos subepigrafes (“Algunos riesgos derivados del clima” y “Riesgos meteorológicos”). Los riesgos naturales que más presencia tienen son las inundaciones (29,0%; n= 9), las sequías (25,8%; n=8) y, en tercer lugar, los huracanes (12,9%; n=4) (ver Figura 1). Para el caso de los dos primeros son los dos más importantes y frecuentes en España por las pérdidas humanas y económicas (Pérez-Morales *et al*., 2021) y que se pueden extender a toda la cuenca mediterránea (IPCC, 2021). En la Figura 1 se

puede observar como es en 5º donde se cita un mayor número de riesgos naturales (el 67,7%; n= 21). En cuanto a las definiciones, cabe destacar que sólo se han encontrado estas en 5º de Educación Primaria y, además, no todos los fenómenos que se citan se explican (ver Tabla 2).



Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Riesgos naturales que se citan en los libros de texto de Ciencias Sociales (Educación Primaria).

Tabla 2. Riesgos naturales que se definen en los libros de texto de Ciencias Sociales (5º de Educación Primaria).

	Inundaciones	Sequías	Huracanes	Granizo	Olas de frío	Olas de calor	Temporales de viento	Desertización	Terremotos	Volcanes
Anaya	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No
Bromera	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No	No
Santillana	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No
SM	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No
Vicens Vives	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Fuente: Elaboración propia. Nota: en 6º de Educación Primaria no se insertan definiciones.

En cuanto a las definiciones, en Anaya se explican los riesgos de sequía, inundaciones (bajo el término de “lluvias torrenciales”), el granizo, las heladas y olas de frío, y los temporales de viento (ver Tabla 2). Respecto a la sequía se hace especial atención a la falta de agua en un territorio tras un descenso de las precipitaciones (Tabla 3). No obstante, cabe advertir que no se debe confundir “escasez” o con “falta de agua” en un territorio ya que esto último dependerá de las características del abastecimiento de agua y la oferta y demanda. Cabe destacar que durante el texto se explica en relación con la sequía que: “en verano, son

bastante frecuentes los períodos de sequías" (BENÍTEZ *et al*., 2014, p. 76). En cuanto a las lluvias torrenciales se incide en que pueden ocasionar inundaciones y, además, se cita el fenómeno de la "gota fría" ("se producen sobre todo durante el otoño, cuando pueden caer de forma torrencial. A este fenómeno se le conoce con el nombre de "gota fría" (BENÍTEZ *et al*., 2014, p. 76). Como se puede observar, el ser humano no está presente en la explicación de estos riegos e incluso algunas definiciones son muy superficiales, por ejemplo, la que tiene que ver con los temporales de viento: "aparecen en los meses fríos del año, de noviembre a marzo" (BENÍTEZ *et al*., 2014, p. 63) (ver Figura 2). Asimismo, en 6º, en relación con el cambio climático se incide en que estos riesgos naturales se incrementarán como consecuencia de este fenómeno: "el aumento de las lluvias y las tormentas, y las grandes sequías" (BENÍTEZ et al., 2015, p. 34).

Los riesgos climáticos

Llamamos riesgo climático a todos aquellos fenómenos meteorológicos de tipo extremo que pueden dañar o afectar a una actividad humana. Los principales son:

Las sequías

Una **sequía** es la falta o la escasez de agua que tiene un territorio cuando no se han producido las lluvias normales. En nuestro país se dan, sobre todo, en la zona mediterránea. Las sequías comienzan cuando se retrasa el inicio de la estación de lluvias y en una disminución en la intensidad de estas. En algunos casos, este retraso puede afectar no solo a una estación de lluvia, sino a varias.

El granizo

También llamado **pedrisco,** es un tipo de precipitación que cae en forma de bolas irregulares de hielo, de pocos milímetros de diámetro. Se producen, sobre todo, en verano y otoño.

Las precipitaciones torrenciales

Son las que se producen en un período de tiempo muy corto y descargando mucha agua. Suelen provocar inundaciones y modificaciones en el terreno.

En la Península tienen lugar en otoño y en las costas del Cantábrico y el Mediterráneo.

Las heladas y las olas de frío

Las **heladas** se originan cuando las temperaturas descienden por debajo de los 0 °C y se congelan las gotas de vapor de agua que hay en el ambiente. Suelen producirse de noche.

Las **olas de frío** se deben a la llegada de masas de aire polar, que provocan un fuerte descenso de las temperaturas durante varios días. Se dan en invierno.

Los temporales de viento

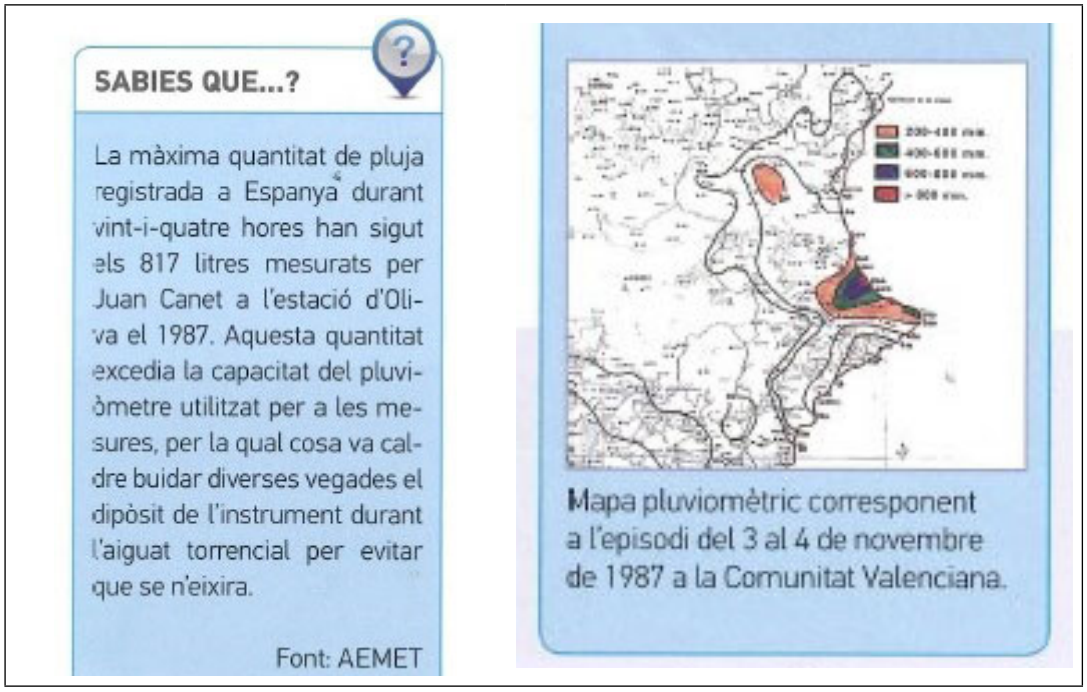
Aparecen en los meses fríos del año, de noviembre a marzo.

1 ¿A qué llamamos riesgos climáticos?
2 Nombra los principales riesgos climáticos.
3 ¿Qué consecuencias tienen las sequías?
4 ¿Qué es el granizo? ¿Cuándo se produce?
5 ¿A qué se deben las olas de frío?

Fuente: Benítez *et al*. (2014).

Figura 2. Apartado de riesgos climático que inserta la editorial Anaya (5º de Educación Primaria)

En Bromera, los riesgos que se tratan son los temporales de lluvia, la sequía, la desertización, tornados, y las olas de calor. Cabe incidir que al igual que sucede con la editorial Anaya, no hay presencia del ser humano (por ejemplo, cuando se explican las inundaciones). Sin embargo, cabe destacar algunas cuestiones notablemente positivas que se insertan en estos recursos y que resultan de especial utilidad para explicar los riesgos naturales en las clases de Ciencias Sociales. Por ejemplo, cuando se explican los tornados, muy acertadamente se incide en que estos suelen suceder en la costa mediterránea (las "mangas marinas"). También, a la hora de tratar las olas de calor, se explica que estas se vinculan con las masas de aire procedentes del desierto del Sáhara (las denominadas "crestas saharianas"). Asimismo, junto a la editorial SM, Bromera incluye una definición de "desertización" que, como se puede observar en la Tabla 3 se explica que el ser humano tiene una incidencia directa, como así se debe entender ("desertificación"). En Bromera también se cita la "gota fría" y es muy interesante un texto que se incorpora en el manual de 6º sobre el récord de intensidad de lluvia en 24 horas de la península Ibérica y que aún sigue vigente (localidad de Oliva, 1987) (ver Figura 3).



Fuente: Gregori y Viu (2014). Nota: actualmente este episodio de1987 mantiene el récord de intensidad de lluvia en España.

Figura 3. Texto que se incorpora para explicar el récord de intensidad de lluvia en la península Ibérica (6º Educación Primaria; Editorial Bromera).

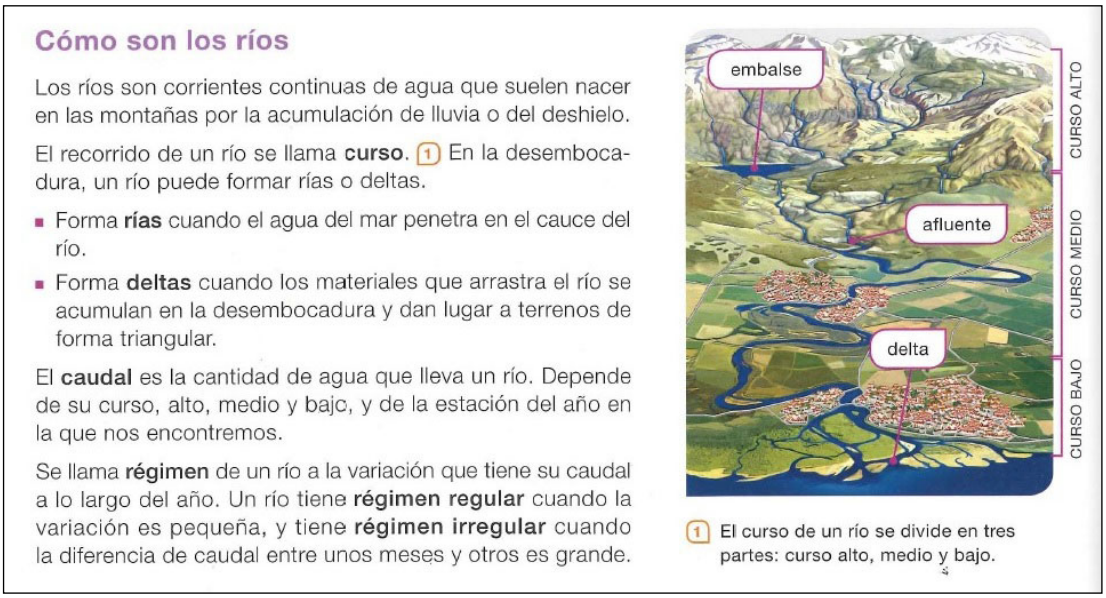
Tabla 3. Definiciones que se explican en los libros de texto de Ciencias Sociales (5º de Educación Primaria)

Anaya
✓ **Lluvias torrenciales:** "son las que se producen en un período de tiempo muy corto y descargando mucha agua. Suelen provocar inundaciones y modificaciones en el terreno" (Benítez et al., 2014, p. 63). Sobre la definición de "gota fría": "se producen sobre todo durante el otoño, cuando pueden caer de forma torrencial. A este fenómeno se le conoce con el nombre de "gota fría" (Benítez et al., 2014; p. 76). ✓ **Sequía:** "una sequía es la falta o escasez de agua que tiene un territorio cuando no se han producido las lluvias normales" (Benítez et al., 2014, p. 63). ✓ **Granizo:** "también llamado pedrisco, es un tipo de precipitación que cae en forma de bolas irregulares de hielo, de pocos milímetros de diámetro. Se producen, sobre todo, en verano y otoño "(Benítez et al., 2014, p. 63). ✓ **Heladas y olas de frío:** "las heladas se originan cuando las temperaturas descienden por debajo de los 0ºC y se congelan las gotas de vapor de agua que hay en el ambiente. Suelen producirse de noche" (Benítez et al., 2014, p. 63). ✓ **Temporales de viento:** "aparecen en los meses fríos del año, de noviembre a marzo" (Benítez et al., 2014, p. 63).
Bromera
✓ **Temporales de lluvias:** "cuando llueve mucho en poco tiempo, los cauces de los ríos no pueden drenar el agua, que se sale e inunda los campos y poblaciones, lo que provoca daños económicos y, a veces, pérdidas humanas" (Gregori y Viu, 2014, p. 30). ✓ **Sequía:** "la falta de lluvias origina sequías, que son muy perjudiciales para la agricultura e incrementan el riesgo de incendios forestales" (Gregori y Viu, 2014, p. 30). ✓ **Desertización:** "es la trasformación de una zona en un desierto. Si se produce a causa de actividades humanas, como la sobreexplotación agrícola o el pastoreo, o incluso por incendios provocados por personas, se llama desertificación. El sureste peninsular es la zona con más riesgo de desertización" (Gregori y Viu, 2014, p. 30). ✓ **Tornados:** "son columnas de aire que giran muy rápidamente y que se desplazan de una nube de tormenta hasta la tierra. Suelen durar poco tiempo, pero suelen ser muy destructivos. En la península, la parte más expuesta a la aparición de estos tornados es la costa mediterránea, aunque no hay muchos, y cuando hay, son de intensidad moderada" (Gregori y Viu, 2014, p. 30). ✓ **Olas de calor:** "se producen cuando las temperaturas son extremadamente altas en relación con la media de la época. Se forman por la invasión de masas de aire muy cálido, como el aire procedente del desierto del Sáhara, que lleva en suspensión partículas de arena que dan al aire un aspecto turbio (calima)" (Gregori y Viu, 2014, p. 30).
Santillana
✓ **Sequía:** "la sequía es la falta de precipitaciones durante un periodo largo de tiempo, produce daños en la naturaleza" (Grence, 2015, p. 59).
SM
✓ **Lluvias torrenciales:** "las lluvias torrenciales causan inundaciones por el desbordamiento de los ríos. Destrozan cultivos y casas" (Parra et al., 2014, p. 45). ✓ **Sequías:** "las sequías hacen desaparecer la vegetación y los animales migran a otros lugares con agua" (Parra et al., 2014, p. 45). ✓ **Huracanes:** "el viento, sobretodo, cuando se convierte en un huracán, puede llegar a destruir poblaciones enteras. Los vientos huracanados a veces superan los 200 kilómetros/hora y suelen producirse en zonas tropicales" (Parra et al., 2014, p. 45).
Vicens Vives
✓ No hay definiciones

Fuente: elaboración propia. Nota: en 6º de Educación Primaria no se han insertado definiciones sobre riesgos naturales.

En relación con la editorial Santillana, tan sólo se incluye la definición de sequía (muy similar a la de SM) en la que se incide en la escasez de precipitaciones por debajo de lo normal, con consecuencias en la naturaleza. En esta editorial cabe destacar que se pierde la oportunidad a la hora de explicar los riesgos naturales. Por ejemplo, en 5º se inserta un texto explicativo de "cómo son los ríos" con la

explicación de los tramos del curso de un río, el caudal, tipo de regímenes, e incluso se incorpora una imagen muy ilustrativa donde aparecen asentamientos urbanos a lo largo de las etapas de un curso fluvial (Figura 4). Asimismo, a la hora de explicar los ríos valencianos se mencionan las "ramblas" pero no se explican lo que son ni sus características. Esta explicación sí que se realiza en 6º: "en las zonas donde llueve poco se forman barrancos, ramblas y torrentes. Estos son tajos en el terreno por los cuales fluye el agua cuando llueve. Son típicos de las Islas Baleares, las Islas Canarias, Ceuta, Melilla y sureste de la Península" (Grence y Gregori, 2014, p. 36). También se explica que "en la vertiente mediterránea hay ramblas y torrentes. Cuando hay tormentas, las ramblas, los torrentes y los ríos se pueden desbordar, es decir, llevan agua que se salen del cauce, hecho que puede provocar inundaciones graves. Las inundaciones se suelen dar en los meses de primavera y otoño" (Grence y Gregori, 2014; p. 38). En relación con el cambio climático, en 5º se encuentra una definición acertada que se suele encontrar en los trabajos académicos: "los científicos creen que esta situación puede provocar un cambio en el clima: se harán más frecuentes los periodos de lluvias muy intensas o de sequías prolongadas" (Grence, 2015, p. 59). Es decir, que estos fenómenos no son una causa directa, sino que se verán en el futuro incrementados tanto en intensidad como en frecuencia. No obstante, en 6º se explica que las inundaciones son una causa directa del cambio climático. Por tanto, esta editorial se contradice entre varios cursos.



Cómo son los ríos

Los ríos son corrientes continuas de agua que suelen nacer en las montañas por la acumulación de lluvia o del deshielo.

El recorrido de un río se llama **curso**. (1) En la desembocadura, un río puede formar rías o deltas.

- Forma **rías** cuando el agua del mar penetra en el cauce del río.
- Forma **deltas** cuando los materiales que arrastra el río se acumulan en la desembocadura y dan lugar a terrenos de forma triangular.

El **caudal** es la cantidad de agua que lleva un río. Depende de su curso, alto, medio y bajo, y de la estación del año en la que nos encontremos.

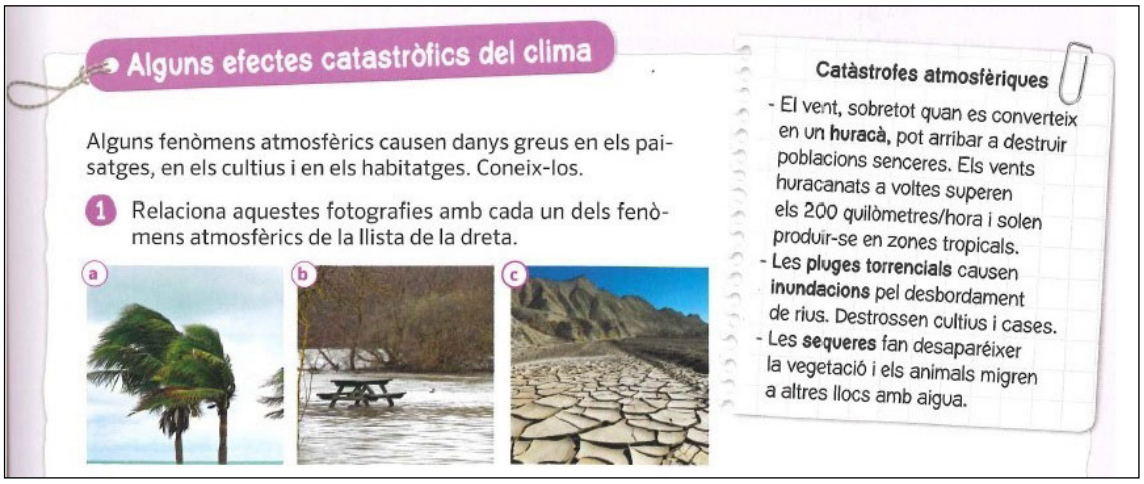
Se llama **régimen** de un río a la variación que tiene su caudal a lo largo del año. Un río tiene **régimen regular** cuando la variación es pequeña, y tiene **régimen irregular** cuando la diferencia de caudal entre unos meses y otros es grande.

(1) El curso de un río se divide en tres partes: curso alto, medio y bajo.

Fuente: Grence (2015).

Figura 4. Texto que se incorpora para explicar los ríos (5º de Educación Primaria; Editorial Santillana).

Por su parte, SM incluye las lluvias torrenciales con una descripción notablemente catastrófica: “las lluvias torrenciales causan inundaciones por el desbordamiento de los ríos. Destrozan cultivos y casas” (PARRA *et al*., 2014, p. 45). Sin embargo, en ningún momento se hace mención de cómo la acción y/o comportamiento del ser humano puede incidir en el incremento de este riesgo, siendo el cambio climático la principal causa: “el calentamiento causa sequías, la desertización de regiones y el cambio en los ecosistemas” (PARRA *et al*., 2014, p.36). Asimismo, a la hora de explicar los huracanes se hace especial atención a ámbitos ajenos a España (zonas tropicales) (Figura 5).



Fuente: Parra et al. (2014).

Figura 5. Apartado sobre efectos catastróficos del clima que inserta la editorial SM (5º de Educación Primaria)

Finalmente, cabe advertir que la editorial Vicens Vives, a pesar de que cita las inundaciones, sequías, huracanes y las olas de calor, no inserta ninguna definición sobre estos fenómenos, pero cabe mencionar que esta editorial inserta un texto titulado “Aumento de los fenómenos meteorológicos extremos” (Figura 6). En este apartado se explica que “en los últimos años ha aumentado el número de inundaciones, sequías, olas de calor y ciclones tropicales” (GARCÍA; GATELL, 2014, p. 53). Ello da a entender que el origen de estos fenómenos (o al menos una mayor recurrencia) se debe al cambio climático.

Fuente: García y Gatell (2014). Nota: este punto se inserta dentro de un apartado titulado "¿Cuáles son las consecuencias del cambio climático?.

Figura 6. Apartado sobre efectos catastróficos del clima que inserta la editorial Vicens Vives (6º de Educación Primaria).

Discusiones y Conclusiones

En este trabajo se ha analizado el tratamiento de los riesgos naturales en los libros de texto de Ciencias Sociales del 3er ciclo de Educación Primaria atendiendo, tanto a las definiciones y los factores que intervienen en la formulación del riesgo. En cuanto a las hipótesis, estas se cumplen: "los principales riesgos naturales citados serían las inundaciones (vinculados a episodios de lluvias intensas) y las sequías, con escasas definiciones y una ausencia del factor humano como causante del riesgo".

Se ha comprobado como los principales riesgos naturales que se explican en los libros de texto españoles de Ciencias Sociales son las inundaciones y sequías, pero, además, destacando que en la mayoría de los manuales se explica que son consecuencia directa del cambio climático. Sin embargo, esto no es del todo cierto y por tanto, estas argumentaciones necesitan una matización ya que los principales informes de cambio climático, explican que realmente no son una causa directa, sino que serán más frecuentes e intensos en el futuro (IPCC, 2021). En la región mediterránea, sin duda, las inundaciones, junto a los periodos de sequía son los principales fenómenos que afectan a este ámbito territorial (PÉREZ-MORALES et al., 2021). Cabe destacar que, tanto en el ámbito mediterráneo como resto

de países, no existe una producción científica destacada sobre el análisis de la explicación de estos fenómenos en los manuales escolares (MOROTE, 2020). Tan sólo destacan algunos trabajos sobre el cambio climático (NAVARRO *et al*., 2020; MOROTE; OLCINA, 2020; 2021a; OLCINA, 2017; SERANTES, 2015) y la sequía (MOROTE, 2021). Por el contrario, sí que existen estudios sobre la enseñanza (propuestas, representaciones sociales, etc.), por ejemplo, en relación a los riesgos de inundación, en EE.UU. (GARY *et al*., 2014; LEE *et al*., 2019), Asia (CHANG; PASCUA, 2017; CHANG *et al*., 2018; HOW *et al*., 2017; IRVINE *et al*., 2015; MEERA *et al*., 2016; SHAH *et al*., 2020; TSAI *et al*., 2020; ZHONG *et al*., 2021) o África (MUDAVANHU, 2015). Para el caso de Iberoamérica, en relación a las publicaciones sobre educación y riesgos de inundación cabría destacar, por ejemplo, los estudios llevados a cabo en Brasil (JACOBI, 2005; VALDANHA; JACOBI, 2021) o Argentina (LOZINA; PAGLIARICCI, 2015). En la región mediterránea cabe destacar varios trabajos sobre propuestas didácticas vinculados con las salidas de campo (MOROTE, 2017; MOROTE; PÉREZ-MORALES, 2019) en la que se incide en la importancia de enseñar estos fenómenos teniendo en cuenta el factor peligrosidad ("el evento atmosférico") y la variable vulnerabilidad (la acción del ser humano y su ocupación en el territorio).

En cuanto a la formación del profesorado, autores como Morote y Souto (2020) indican que la escasa instrucción recibida tanto en la etapa escolar como universitaria (formación laboral) puede suponer que el futuro profesorado: 1) no trate esta temática en clase; 2) abuse del libro de texto (con las carencias que ellos supone como aquí se ha comprobado); y 3) que acuda a expertos ajenos al ámbito educativo (servicios de emergencias, policía, etc.). Al respecto, estos autores han comprobado cómo sólo el 12,1% de los/as futuros docentes (Educación Primaria) recibió algún tipo de formación sobre este fenómeno. A estas conclusiones también han llegado otros investigadores (MORGAN, 2012) que han demostrado que la mayoría del profesorado no se siente lo suficientemente capacitado para enseñar estos contenidos debido a la reducida formación recibida. Por tanto, ante esta escasa formación y capacitación como han demostrado Morote et al. (2021b) en relación a los riesgos de inundación, el profesorado se vería abocado a depender del libro de texto.

En estos recursos, lo más común es no encontrar la presencia del ser humano y cómo esta variable incrementa el riesgo (OLCINA, 2017). Asimismo, Morote y Olcina (2020) han comprobado como uno de los errores más importantes y comunes que se reproducen en relación al cambio climático es que se cita el dióxido de carbono (CO_2) como el principal gas de efecto invernadero presente en la atmósfera. Sin embargo, el principal gas de efecto invernadero no es el CO_2, sino el vapor de agua (H_2O).

Para llevar a cabo una mejora de las propuestas y actividades sobre la enseñanza del cambio climático y sus riesgos asociados, cabría tener presente el factor humano (una de las componentes de la variable vulnerabilidad). Para lograr un aprendizaje más significativo, que tenga en cuenta la escala regional y/o local y en el que el alumno se sienta protagonista resolviendo problemas de su entorno más inmediato. Al respeto, como han acuñado Morote y Olcina (2021a), se deben proponer actividades "IOL" (que tengan en cuenta la "Imaginación", que sean "Originales" y que se vinculen con el entorno "Local" de los estudiantes). De esta manera, con estos ejercicios se pueden problematizar los contenidos y romper con los estereotipos del profesorado (MOROTE *et al*., 2021a) y el escaso rigor científico que, en muchas ocasiones, se nutren los libros de texto (BEL *et al*., 2019; MOROTE; OLCINA, 2020).

En España, Olcina (2017) indica que uno de los aspectos más negativos que se reproducen en los manuales escolares de Educación Secundaria y Bachillerato es el excesivo extremismo y catastrofismo, tanto de los contenidos como de las imágenes. Este autor ha comprobado como muy frecuente la asociación entre cambio climático y desertización, incluyendo imágenes llamativas de paisajes desérticos del sureste ibérico. Se trata, por tanto, de procesos que no están directamente relacionados. Se confunde también el proceso de erosión (proceso natural de zonas áridas), con el de "creación" de paisajes desérticos por efecto del descenso de precipitaciones previsto en la modelización climática. Sin embargo, este proceso no está totalmente confirmado en la investigación científica para el ámbito mediterráneo, donde se presentan matices climáticos "comarcales" o "locales" de comportamiento muy dispar. Olcina (2017) también ha constatado que en algunos textos docentes se presentan peligros climáticos relacionados con el cambio climático, pero realmente no lo son (caso de los tsunamis).

Como explican Morote y Olcina (2021a), en relación a las consecuencias del cambio climático, es cierto que los más visibles son los efectos catastróficos pero, la presencia de un mensaje excesivamente catastrofista puede ser un arma de doble filo: por un lado, puede ayudar a concienciar a las cohortes más jóvenes sobre los problemas de este fenómeno y la urgencia de llevar a cabo una vida más sostenible y respetuosa con el medio; pero por otro, este mensaje puede conducir al error, es decir, la transmisión de un conocimiento no basado en evidencias científicas. En este sentido, la información y actividades que se deben proponer no deben ser muy complicadas e, incluso, para la etapa de Educación Primaria resulta positivo incorporar información sobre decálogos para que complementen las cuestiones vinculadas con el calentamiento global.

Como conclusión, el análisis de los libros de texto de Educación Primaria (3º ciclo) llevado a cabo en este trabajo muestra que los contenidos que se

incluyen en estos recursos merecen, en la mayoría de casos, de revisión y mejora para conseguir una concienciación efectiva del alumnado ante esta importante cuestión. En los libros de texto de Educación Primaria que se han consultado se observa una deficiencia importante: no se explica de una forma correcta, o al menos no se conciencia al alumnado, de que el clima mediterráneo es un clima de extremos. Por tanto, es un clima de extremos que obliga a desarrollar acciones para la adaptación a esta realidad. Es cierto que la mayoría de los riesgos que se tratan son las inundaciones y las sequías (cumpliendo las hipótesis iniciales) y, además, coincidiendo con los principales riesgos que afectan a España y que se puede extender al ámbito mediterráneo. Sin embargo, para el resto de riesgos (climáticos y geológicos) no hay unanimidad entre las editoriales. Llama poderosamente la atención, asimismo, la práctica ausencia de un riesgo geológico de extrema importancia en las Islas Canarias como es el caso del vulcanismo (sólo citado en el manual de 6º de Bromera). Se trataría de un fenómeno de obligada incorporación y tratamiento en las clases como manifiesta su importancia ante la erupción del volcán de Cumbre Vieja en la Isla de la Palma (septiembre de 2021) con la destrucción de miles de viviendas, tierras de cultivo y desalojo de miles de personas. No obstante, cabe advertir que como limitación de estudio, con el análisis de estos libros no se sabe realmente qué es lo que se enseña en clase, al igual que el uso que hace el profesorado. Esto constituye un reto de investigación futura. Asimismo, otros retos que se establecen a partir de los libros de texto aquí analizados, son examinar las actividades sobre los riesgos naturales (número de actividades y grado de problematización) y revisar el uso y grado de catastrofismo de las imágenes que se insertan sobre estos fenómenos. Finalmente, es importante destacar que la enseñanza de la peligrosidad climática y su previsible incremento en el contexto de cambio climático requieren de un tratamiento singular en los niveles de enseñanza escolares. Así se indica, además, en los documentos internacionales (ODS; Agenda 2030) y normativas estatales (Ley de Cambio climático de 2021) y regionales (leyes y planes de adaptación al cambio climático) que se han desarrollado en los últimos años.

Referencias

ARREBOLA, J.C.; MARTÍNEZ, R. El cambio climático en los libros de texto españoles de Educación Primaria: Un análisis de las actividades. *En:* A. Cristina, A.; Sande, E.; Helena, H, (eds.). **VIII Congreso Ibérico de Didáctica da Geografía.** Lisboa (Portugal): Associação de Professores de Geografia, 2017. p. 581-560.

BEL, J.C.; COLOMER, J.C.; VALLS, R. Alfabetización visual y desarrollo del pensamiento histórico: Actividades con imágenes en manuales escolares.

Educación XX1**,** *22*(1), p. 353-374, 2019. Disponible en: <http://doi: 10.5944/educXX1.20008>.

BENÍTEZ, J.K.; CANO, J.A.; FERNÁNDEZ, E.; MARCHENA, C. **Ciencias Sociales 5.** Madrid, España: Grupo Anaya, 2014.

BENÍTEZ, K.; CANO, J.A.; FERNÁNDEZ, E.; MARCHENA, C. **Ciencias Sociales, 6:** Primaria. Madrid: Grupo Anaya, 2015.

CHANG, C. H.; PASCUA, L. Singapore students' misconceptions of climate change. **International Research in Geographical and Environmental Education**, *25*(1), p. 84-96, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10382046.2015.1106206>.

CHANG, C. H.; PASCUA, L. The curriculum of climate change education: A case for Singapore. **The Journal of Environmental Education**, 48(3), p. 172-181, 2017.

CHANG, C. H.; IRVINE, K.; WU, B. S.; SEOW, T. Reflecting on field-based and technology-enabled learning in geography. En: **Learning geography beyond the traditional classroom.** Springer, 2018. p. 201-212.

FERNÁNDEZ, R.; GÓMEZ, A.; LUENGO, M. Á. Aprendiendo a interpretar el territorio: estudio de la fitotoponimia en la provincia de Salamanca. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles***, 82*, p. 1-33, 2019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2816>.

FERRARI, E.; ANNE-MARIE BALLEGEER, A. M.; FUERTES, M. A.; HERRERO, P.; DELGADO, L.; CORROCHANO, D.; ANDRÉS-SÁNCHEZ, S.; BISQUERT, K. M.; GARCIA-VINUESA, A.; MEIRA, P.; MARTINEZ, F.; RUIZ, C. Improvement on Social Representation of Climate Change through a Knowledge-Based MOOC in Spanish. **Sustainability**, 11, p. 1-21, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11226317>.

GARCÍA, M.; GATELL, C. **Sociales, 5 Educación Primaria**. Vicens Vives, 2014.

GARCÍA-FRANCISCO, J.; PARDO, P.; REBOLLO, L. F. (2009). La desertificación y otros problemas ambientales en los libros de texto de geografía de educación secundaria en España. En: Pillet, F.; Cañizares, M.C.; Ruiz, A. (coord*.).* **Geografía, territorio y paisaje.** El estado de la cuestión: actas del XXI Congreso de Geógrafos Españoles*.* Asociación de Geógrafos Españoles. p. 1757-1772.

GARY, G.; ALLRED, S.; LO GIUDICE, E. An extension education program to help local governments with flood adaptation. **Journal of Extension***,* 52 (4),4IAW6, 2014.

GIDDENS, A. **El capitalismo y la moderna teoría social**. Barcelona, España: Labor, reed, 1977.

GREGORI, J.; VIU, M. **Crónica 5.** Ciencias Sociales. Alzira, España: Ediciones Bromera, 2014.

GRENCE, T. **Ciencias Sociales.** 5º de Primaria. Santillana Voramar, 2015.

HOW, V.; AZMI, E. S. B.; ZAKI, N. F. B. M.; OTHMAN, K. B. Integrating Flood Education Miniature and Interactive E-Learning in a Prototype of Flood Learning Kit for Knowledge Resilience Among School Children. En: **International Expert Forum: Mainstreaming Resilience and Disaster Risk Reduction in Education***,* 2017. Springer. p. 355-368.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2013 and Climate Change 2014 (3 vols.).** 2014. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/>. Acceso en: 15 ago. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) **Climate Change 2021:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. 2021.

IRVINE, K. N.; SEOW, T.; LEONG, K. W.; CHEONG, D. S. I. How high's the water, Mama? A reflection on water resource education in Singapore. **HSSE Online***,* 4(2), p. 128-162, 2015.

JACOBI, P.R. Impactos socio-ambientales urbanos del riesgo de la búsqueda de la sustentabilidad: el caso de la Región Metropolitana de São Paulo. **Ciudad y territorio:** Estudios territoriales*,* 145-146, p. 671-682, 2005.

KAŽYS, J. Climate change information on internet by different Baltic Sea Region languages: Risks of disinformation & misinterpretation. **Journal of Security and Sustainability Issues**, 7(4), p. 685-695, 2018.

LEE, Y.; KOTHUIS, B.B.; SEBASTIAN, A.; BRODY, S. Design of transformative education and authentic learning projects: Experiences and lessons learned from an international multidisciplinary research and education program on flood risk reduction. **ASEE Annual Conference and Exposition**, Conference Proceedings. 2019.

LOZINA, A.A.; PAGLIARICCI, F. La escuela desde el barrio. **Extensión en red**, 6, p. 28-35, 2015.

MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, L. C.; OLCINA, J. (2019). La enseñanza escolar del tiempo atmosférico y del clima en España: currículo educativo y propuestas didácticas. **Anales de Geografía de la Universidad Complutense***,* 39 (1), p. 125-148, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.5209/aguc.64680>.

MARTÍNEZ-MEDINA, R.; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, J.A. La enseñanza de la climatología en los manuales escolares de Ciencias Sociales en Educación Primaria. En: R. Sebastiá, R.; Tonda, E. (eds.). **La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía**. San Vicente del Raspeig, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2016. p. 245-258.

MEERA, P.; MCLAIN, M. L.; BIJLANI, K.; JAYAKRISHNAN, R.; RAO, B. R. Serious game on flood risk management. En: **Emerging research in computing, information, communication and applications**. Springer, 2016. p.197-206.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE **Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado**. 2020. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2014/BOE-A-2014-2222-consolidado.pdf>. Acceso en: 15 oct. 2021.

MIRÓ, J.; OLCINA, J. Cambio climático y confort térmico. Efectos en el turismo de la Comunidad Valenciana. **Investigaciones Turísticas**, (20), p. 1-30, 2020. https://doi.org/10.14198/ INTURI2020.20.01

MORGAN, A. Me as a Science Teacher': Responding to a Small Network Survey to Assist Teachers with Subject-Specific Literacy Demands in the Middle Years of Schooling. **Australian Journal of Teacher Education**, *37* (6), p. 73-95, 2012. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2012v37n6.6>.

MOROTE, A.F. La investigación sobre manuales escolares de Geografía españoles: Análisis bibliométrico (1980-2019). **Anales de Geografía**, 40 (2), p. 467-497, 2020a. http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.72983.

MOROTE, A.F. ¿Cómo se trata el tiempo y clima en la Educación Primaria? Una exploración a partir de los recursos y actividades de los manuales escolares de Ciencias Sociales. **Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI Geografía**, (13), p. 119-144, 2020b.

MOROTE, A. F. La explicación del riesgo de sequía en la Geografía escolar: una exploración desde los manuales escolares de Ciencias Sociales (Educación Primaria). **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, (88), p. 1-32, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.21138/bage.3047>.

MOROTE, A.F.; HERNÁNDEZ, M. Social Representations of Flooding of Future Teachers of Primary Education (Social Sciences): A Geographical Approach in the Spanish Mediterranean Region. **Sustainability**, 12 (15), p. 1-14, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su12156065>.

MOROTE, A. F.; OLCINA, J. El estudio del cambio climático en la Educación Primaria: una exploración a partir de los manuales escolares de Ciencias Sociales de la Comunidad Valenciana. **Cuadernos Geográficos,** 59 (3), p. 158-177, 2020. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i3.11792>.

MOROTE, A. F.; OLCINA, J. Cambio climático y sostenibilidad en la Educación Primaria. Problemática y soluciones que proponen los manuales escolares de Ciencias Sociales. **Sostenibilidad: económica, social y ambiental**, 3, p. 25-43, 2021a. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/Sostenibilidad2021.3.02>.

MOROTE, A. F.; OLCINA, J. Riesgos atmosféricos y cambio climático:

propuestas didácticas para la región mediterránea en la enseñanza secundaria. **Investigaciones Geográficas**, (76), p. 195-220, 2021b. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/INGEO.18510>.

MOROTE, A. F.; CAMPO, B.; COLOMER, J.C. Percepción del cambio climático en alumnado de 4º del Grado en Educación Primaria (Universidad de Valencia, España) a partir de la información de los medios de comunicación. **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, *24* (1), p. 131-144, 2021a.

MOROTE, A. F.; HERNÁNDEZ, M.; OLCINA, J. Are Future School Teachers Qualified to Teach Flood Risk? An Approach from the Geography Discipline in the Context of Climate Change. **Sustainability**, *13* (15), 8560, p. 1-22, 2021b. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su13158560>.

MUDAVANHU, C. The impact of flood disasters on child education in Muzarabani District, Zimbabwe. **Jamba:** Journal of Disaster Risk Studies*,* 6(1), 138, 2015.

MUÑOZ, C.; SCHULTZ, D.; VAUGHAN, G. A Midlatitude Climatology and Interannual Variability of 200- and 500-hPa Cut-Off Lows. **Journal of Climate***, 33*(6), p. 2.201-2.222, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0497.1>.

NAVARRO, M.; MORENO, O.; RIVERO, A. El cambio climático en los libros de texto de educación secundaria obligatoria. **Revista mexicana de investigación educativa**, 25(87), p. 933-955, 2020.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). **Sustainable Development Goals. UNDP, Sustainable Development Agenda**. 2015. Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/resources.html>. Acceso en: 20 sept. 2021.

OLCINA, J. La enseñanza del tiempo atmosférico y del clima en los niveles educativos no universitarios. Propuestas didácticas. En: Sebastiá, R., Tonda, E.M. (eds.), **Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI,** Universidad de Alicante, Alicante, España, 2017. p. 119-148.

OZDEM, Y.; DAL, B.; OZTURK, N.; SONMEZ, D.; ALPER, U. What is that thing called climate change? An investigation into the understanding of climate change by seventh-grade students. **International Research in Geographical and Environmental Education**, 23, p. 294-313, 2014.

PARRA, E.; MARTÍN, S.; NAVARRO, A.; LÓPEZ, S. **Ciencias Sociales. Comunitat Valenciana.** 5º Primaria. SM. 2014.

PASTOR, F.; VALIENTE, J. J.; KHODAYAR, S. A Warming Mediterranean: 38 Years of Increasing Sea Surface Temperature. **Remote Sens**., *12* (2687), p. 1-16, 2020. Disponible en: <https://doi:10.3390/rs12172687>.

PÉREZ-MORALES, A.; GIL, S.; QUESADA, A. Do we all stand equally towards the flood? Analysis of social vulnerability in the Spanish Mediterranean

coast. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, 88, p. 1-39. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.21138/bage.2970>.

PRATS, J. Criterios para la elección del libro de texto de historia. **Histodidáctica**, (70), p. 7-13, 2012.

RODRÍGUEZ, R. R.; SIMÓN, Mª. M.; MOLINA, S. La Región de Murcia en los manuales escolares de educación secundaria. Una narrativa a la sombra de España y Europa. **Historia y Memoria de la Educación**, 6, p. 241-277, 2017.

ROMERO, J.; OLCINA, J. (Eds.) **Cambio climático en el Mediterráneo: procesos, riesgos y políticas**. Tirant Humanidades. 2021.

SÁIZ, J. Actividades de libros de texto de Historia, competencias básicas y destrezas cognitivas, una difícil relación: análisis de manuales de 1º y 2º de ESO. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales***,* 25, p. 37-64, 2011.

SÁNCHEZ-FUSTER, M. C. **Evaluación de los recursos didácticos utilizados en Ciencias Sociales, Geografía e Historia en Educación Primaria** (Tesis Doctoral). Universidad de Murcia. 2017.

SEBASTIÁ, R.; TONDA E. M. Enseñar y aprender el tiempo atmosférico y clima. En: García de la Vega, A. (Coord.). **Reflexiones sobre educación geográfica:** revisión disciplinar e innovación didáctica. Universidad Autónoma de Madrid. 2018. p. 153-176.

SERANTES, A. Como abordan o Cambio Climático os libros de texto da Ensinanza Secundaria Obligatoria na España. **AmbientalMENTEsustentable**, (20), p. 249-262, 2015. Disponible en: <https://doi 10.17979/ams.2015.2.20.1609.1603>.

SHAH, A. A.; GONG, Z.; ALI, M.; SUN, R.; NAQVI, S. A. A.; ARIF, M. Looking through the Lens of schools: Children perception, knowledge, and preparedness of flood disaster risk management in Pakistan. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 50, 101907. 2020.

SHEPARDSON, D.P.; HIRSCH, A.S.Teaching climate change. What educators should know and can do. **American Educator,** (winter 2019-20), p. 4-13. 2020. Disponible en: <https://www.aft.org/ae/winter2019-2020/shepardson_hirsch>.

TONINI, I.M.; CLAUDINO, S.; SOUTO, X.M. Manuais escolares de Geografia de Brasil, Espanha e Portugal: Quais as inovações didáticas para o ensino de Geografia?. Investigar para Innovar. En Sebastiá, R.; Tonda, E.M. (coords). **La enseñanza de La Geografía.** Alicante: CEE Limencop, 2015. p. 191-205.

TSAI, M.H., CHANG, Y.L., SHIAU, J.S., WANG, S.M. Exploring the effects of a serious game-based learning package for disaster prevention education: The case of Battle of Flooding Protection. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, vol. 43. 2020. 101393 10.1016/j.ijdrr.2019.101393

VALDANHA, D.; JACOBI, P.R. Etnoconservación y educación ambiental en Brasil: resistencias y aprendizaje en una comunidad tradicional. **Praxis & Saber**,

12 (28), p. 11443, 2021.

VALLS, R. **Historiografía Escolar Española:** Siglos XIX-XXI. Madrid: UNED, 2007.

VALLS, R. **La Enseñanza de la Historia y textos escolares**. Madrid: Zorzal, 2008.

WHITE, G.F. **Natural hazards, local, national, global**. Oxford University Press, 1974.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At risk.** Natural hazards, people's vulnerability, and disasters. London and New York: Routledge, 2004.

ZHONG, S.; CHENG, Q.; ZHANG, S.; HUANG, C.; WANG, Z. An impact assessment of disaster education on children's flood risk perceptions in China: Policy implications for adaptation to climate extremes. **Science of the total environment***,* 757, 143761. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143761>.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

O ENSINO DE GEOGRAFIA E AS CONTRIBUIÇÕES DA GEOMORFOLOGIA ANTRÓPICA NA COMPREENSÃO DE DESASTRES AMBIENTAIS EM TERESINA, PIAUÍ

THE TEACHING OF GEOGRAPHY AND THE CONTRIBUTIONS OF ANTHROPIC GEOMORPHOLOGY IN THE UNDERSTANDING OF ENVIRONMENTAL DISASTERS IN TERESINA, PIAUÍ

Alda Cristina de Ananias Araujo[1]
Jaelson Silva Lopes[2]
Cláudia Maria Sabóia de Aquino[3]

Introdução

O ensino de geografia é de extrema importância na construção de sujeitos críticos, reflexivos e atuantes no espaço em que os mesmos estão inseridos, assim, destaca-se que para tal, é necessário um ensino geográfico que se volte às discussões das vivências, dos aspectos inerentes à realidade dos alunos, de modo a que estes possam, de maneira crítica, construir e desenvolver o raciocínio geográfico, que segundo Girotto (2015, p.73) é "a capacidade de estabelecer relações espaço-temporais entre fenômenos e processos, em diferentes escalas geográficas".

Sobre a importância da geografia escolar para os estudantes da educação básica, estudos produzidos por Cavalcante (1999); Callai (2016); Ascenção (2018) e Batista (2021) discutem a relevância de se construir na educação básica uma educação geográfica de qualidade, que surta efeito na vida dos mesmos, indo além da simples memorização de conteúdos visando a obtenção de notas aprovativas.

Nesse sentido, considerando a Geomorfologia, subcampo da Geografia que tem como foco a análise das formas de relevo, formas estas que representam a expressão espacial da superfície, Girão e Corrêa (2004) destacam que "A ação do homem se constitui em um relevante agente modificador do meio ambiente, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais." Desta forma, considerando a trama de ações empreendidas pela sociedade atual, se percebe que a intervenção do homem no meio ambiente tem se dado cada vez mais de forma intensa, implicando em alterações nos componentes físico-naturais a saber: a vegetação, corpos hídricos, clima entre outros. Tal fato tem gerado

1 Graduada do curso de Geografia da UFPI. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2170-8038. E-mail: aldacristinaananias@gmail.com.
2 Graduado do curso de Geografia da UFPI. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3084-3984. E-mail: jaelsongeoufpi@outlook.com.
3 Docente do curso de Geografia da UFPI. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3350-7452. E-mail: cmsaboia@gmail.com.

sérios impactos ambientais e colocando em risco, principalmente, a parcela da sociedade menos abastados economicamente.

As transformações antrópicas sob as feições do relevo é campo de estudo da Geomorfologia antrópica. Como afirmam Carvalho; Oliveira, (2012) “as atividades humanas têm impactado fortemente o meio ambiente, seja através da industrialização, da agricultura, etc. Em muitos casos, esses impactos se associam à ocorrência de riscos geomorfológicos” (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012, p. 38), tais riscos são o que se denomina desastres naturais como: erosão de solo, deslizamento de terras, inundações entre outros.

Posto isso, o ensino de Geografia e dos conteúdos concernentes à Geomorfologia contribuirá de forma efetiva na compreensão e atuação dos estudantes frente aos desastres ambientais e no entendimento das questões que envolvem a Geomorfologia. Trabalhos realizados por Suertegaray (2003); Bertolini e Valadão (2009); Souza e Valadão (2015) e Ascenção e Valadão (2018) vão de encontro a essa afirmativa de ser a Geomorfologia, um campo do saber de grande valia na vida dos estudantes e em sua percepção sobre o espaço geográfico.

Considerando, o território piauiense, destacam-se as pesquisas realizadas por Reis e Viana (2019) sobre os impactos causados pelos condomínios horizontais em Teresina. Chaves e Andrade (2017) buscam caracterizar áreas vulneráveis às inundações na cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, aterramentos, erosão hídrica, enchentes e exploração desordenada de materiais para a construção são comuns na cidade de Teresina. Lima (2011) também discute a compartimentação do relevo de Teresina e seus aspectos da dinâmica atual.

Atentando a relevância da temática a presente pesquisa tem como objetivo propor aplicações da Geomorfologia antrópica na compreensão dos problemas e desastres ambientais em Teresina-PI com o intuito de mostrar a importância dessa Ciência no ensino de Geografia. A mesma se justifica, pois, no ensino de Geografia, os conteúdos de Geomorfologia são por demais técnicos e poucas vezes pautados na aplicação desses assuntos no cotidiano do aluno, contudo mostrar possíveis empregos dos conhecimentos da Geomorfologia antrópica no dia a dia do discente se torna pertinente, haja vista que para se alcançar um ensino crítico e reflexivo se faz necessário o entendimento desse conteúdo para muito além da sala de aula e dos conceitos descritivos.

Metodologia

A metodologia empregada é de cunho qualitativo. Quanto aos procedimentos, se encaixa como sendo bibliográfica, documental, levantamento e estudo de caso, este último, pelo fato de ser estudado mais a fundo e de forma particular o município

de Teresina. Bibliográfica e documental, pois serão analisados artigos científicos e documentos oficiais do Município de Teresina, notícias jornalísticas, vídeos, etc. que trazem as discussões relativas aos problemas e desastres ambientais em Teresina. Bem como, obras que tratem da Geomorfologia antrópica.

Segundo Fonseca (2002) um estudo de caso visa conhecer em profundidade o seu como e os seus porquês, evidenciando a sua unidade e identidade próprias. Complementa ainda Fonseca (2002) que o fato de selecionarmos somente um objeto permite obter a seu respeito, uma grande quantidade de informações e que o pesquisador não pretende intervir sobre o objeto, mas revelá-la tal como ele o percebe.

Em seguida, será feito o levantamento dos problemas ambientais mais recorrentes encontrados em Teresina na qual possa ser feita uma relação com a Geomorfologia presente na Geografia escolar. Assim, a elaboração dessa pesquisa compôs as seguintes etapas: levantamento bibliográfico, estudo de caso e inferência dos resultados.

Referencial Teórico

Ensino de Geomorfologia

Em se falando de Geografia Escolar, os componentes curriculares dessa disciplina na educação básica abrangem os campos do conhecimento geográficos que vão desde a Geografia humana aos componentes físico-naturais, na qual se inclui a Geomorfologia e a discussão sobre o relevo.

Na disciplina de Geografia, os conteúdos de Geomorfologia em sua grande maioria são técnicos, pautados em métodos descritivos, o que de todo modo, não é ruim, a menos que estes conteúdos se limitem apenas à descrição conceitual dos fatos e fenômenos geomorfológicos.

Bertolini (2010) aponta que:

> A geografia enquanto disciplina científico-escolar, parece ocupar um lugar privilegiado nessa tarefa. Ela apresenta-se como dos possíveis meios de se alcançar essa compreensão do sistema Terra, já que tem como foco de análise as relações entre sociedade e natureza e suas inter-relações sobre o espaço. Sociedade e natureza são duas esferas complexas que comportam em si sistemas também complexos que interagem continuamente uns com os outros produzindo a(s) dinâmica(s) do planeta Terra.

Assim, devemos considerar a Geografia uma disciplina indispensável na educação básica, por trabalhar o espaço a partir da interação entre a sociedade e a natureza e consequentemente suas dinâmicas, processos e fenômenos inerentes a essa relação que deve ser fruto de discussões e conhecimentos que possam fazer com que os alunos percebam o espaço onde estão inseridos, para que então, possam realizar uma análise crítica e reflexiva sobre seu ambiente de vida. Tal pensamento vai de encontro com que destaca Santos e Luiz (2019, p. 236) quando frisam que:

> No âmbito do ensino fundamental, ao ser abordado nas aulas de Geografia, o relevo não deveria ser subentendido como um tema ensinado através de conceitos e expressões memorizáveis e nem de conteúdos que possuam discussões abstratas e complexas, como muitas vezes é demonstrado em livros e outros materiais didáticos. Este possui mesmo que não cultural e historicamente, potencial de incentivar os estudantes de pensar a sociedade de maneira integradora quanto a seus elementos e agentes, pois a partir do entendimento dos elementos do relevo é possível compreender questões econômicas e sociais presentes na sociedade moderna, como, por exemplo, a ocupação de áreas de risco, o desenvolvimento de atividades turísticas em certos locais e a estruturação agrária e fundiária, entre outras (SANTOS; LUIZ, 2019).

Desse modo, para se poder compreender efetivamente os conhecimentos geomorfológicos construídos na educação básica, é necessário que o ponto de partida seja o espaço de vida do aluno, aquilo que ele conhece, discussões sobre o bairro, a cidade, o estado, ou seja, discussões que partam da microescala para a macroescala, tal enfoque, fará com que os alunos se interessem pelo conteúdo de modo que o que será trabalho e discutido é o espaço de vivência do aluno, para que este possa então, dar significado e relevância ao conteúdo mediado em sala de aula.

> Ao se considerar o vivido, imediato ou não, realiza-se um deslocamento quanto a escala espaço-temporal que reverbera no deslocamento da ênfase dos estudos: dá-se origem ao estudo do que é contemporâneo ao educando. Consequentemente, tais sujeitos poderão entender sua implicação e de demais sujeitos sociais em eventos cuja compreensão, por vezes, perpassa a articulação entre a ação dos componentes físicos do espaço. (ASCENSÃO; VALADÃO, 2018, p. 189).

Cavalcanti (1999) ao discutir o contexto de vida dos alunos, reitera que, tais representações sociais expressam o cotidiano do aluno, portanto, aquilo que ele conhece e que por vezes ainda não estão totalmente consolidados e/ou consistentes, ou seja, ainda está em construção, mas que podem ser tomados como parâmetros se pensarmos em uma perspectiva de aprendizagem significativa. Logo, corrobora-se com o pensamento de Callai (2004, [s.p]) quando a autora destaca que "o mundo da vida precisa entrar na escola, para que esta também seja viva, para que consiga acolher os alunos e possa dar-lhes condições de realizarem a sua formação de desenvolver um senso crítico".

Nesse sentido, Ascensão (2018) ainda discute que ao considerar o espaço vivido dos alunos leva-se em consideração os espaços curtos como recorte para os estudos tal ênfase fará com que os olhares se voltem aos processos que ocorrem (visível - morfodinâmica) e não a compreensão da origem de uma forma de relevo (invisível - morfogênese). Se assim o for realizado, fará com que os alunos deem significado ao relevo e consequentemente os fenômenos relacionados.

Para Torres e Santana (2009, p. 233) "a geomorfologia é uma das ciências que compõem o amplo campo de estudos da Geografia, estando, seus conteúdos presentes no cotidiano de todas as sociedades", sendo assim, é necessário que os professores saibam utilizar o cotidiano dos alunos como meio de construção de conhecimento, no caso, geográfico e geomorfológico, para que assim, os alunos possam, pensar o seu espaço de vida e dar significado aos conteúdos mediados em sala de aula.

> Trazer para o contexto de sala de aula, ou para os conhecimentos dos alunos o entendimento dos processos geomorfológicos pode se tornar uma tarefa menos complexa por meio do uso de subsídios que facilitem, ampliem e aprofundem essa compreensão (CRUZ, 2017, p. 19).

Tais subsídios facilitadores dos conteúdos geomorfológicos mencionados por Cruz (2017), podem ser os recursos didáticos disponíveis ao uso dos professores, recursos esses, que se aliem ao espaço de vivência dos alunos o mesmo que Alencar e Silva (2018, p. 2) discutem como produtos culturais, a exemplo: "charges, quadrinhos, música e texto jornalístico, são recursos disponíveis ao professor e facilmente utilizáveis nas aulas de Geografia, bem como capazes de ampliar a aprendizagem dos alunos."

Geomorfologia antrópica

A Geomorfologia tem um papel muito importante na compreensão do espaço geográfico, posto contribuir para análise do relevo considerando os seus aspectos endógenos e exógenos.

> No entanto, a Geomorfologia não explica apenas as morfologias (formas) e a fisiologia (função) do relevo. Na atualidade ela incorporou em sua análise, um enfoque histórico, no qual, passou a considerar em seus estudos a dinâmica social, ou seja, a intervenção da sociedade no equilíbrio dinâmico da natureza. Assim, o pesquisador realiza a observação e análise das formas de relevo, considerando o fator tempo histórico, ou seja, aceleração dos processos geomorfológicos que interferem na esculturação natural das vertentes e podem ocasionar impactos no ambiente (PEDRO, 2009, [s.p]).

Ao estudar o relevo no ambiente urbano, nos deparamos com uma paisagem construída e marcada por dinâmicas que envolvem a sociedade e a natureza ao longo de um tempo histórico (PEDRO, 2009).

Nesta perspectiva, os estudos da morfogênese e da morfodinâmica ganham um novo ritmo em um tempo histórico, no qual os processos são acelerados dando origem a novas formações geomorfológicas (relevos tecnogênicos). As áreas urbanas são reflexos desses acontecimentos e os estudos que envolvem o relevo e a cidade tornam-se relevantes (PEDRO, 2009).

Sabendo da importância de se compreender o relevo para o entendimento das dinâmicas que ocorrem no espaço geográfico se faz necessário entender como a geomorfologia antrópica se faz presente no dia-a-dia.

Segundo guerra (1993), a geomorfologia se divide em vários ramos como a geomorfologia antropogenética, geomorfologia climática, geomorfologia normal, submarina, tropical e geomorfologia aplicada.

Para este autor, a Geomorfologia aplicada às atividades humanas fornece importantes dados, por exemplo, a engenheiros que têm poucos conhecimentos acessados agentes exógenos, problemas na implantação de barragens para a produção de energia elétrica, traçado de ferrovias, também nas pesquisas minerais, no controle de movimentos coletivos de solos de massas e rochas decompostas numa vertente, erosão acelerada enxurradas e ravinamentos, locação de traçados rodoviários, ferroviários e aeroportos, implantação de cidades, uso de terra, declividade de encostas e uso de implementos agrícolas.

Complementa Girão e Corrêa (2004) a pesquisa em Geomorfologia aplicada às atividades antrópicas envolve-se diretamente com a coleta e análise

de dados geomorfológicos, em função de objetivos para o uso do solo, inserindo-se nos procedimentos de planejamento, manejo e tomada de decisão acerca de potencialidades para a ocupação. Tais pesquisas são relevantes para a Ciência Geomorfológica uma vez que contribuem para ampliar o conhecimento e a compreensão dos fluxos interativos com os demais componentes do geossistema (ou sistema ambiental físico).

Ademais, o reconhecimento da dinâmica morfológica constitui-se de grande relevância para a implementação de projetos relativos às obras viárias, exploração de recursos naturais, lazer e turismo. A potencialidade aplicativa do conhecimento geomorfológico insere-se no diagnóstico das condições ambientais, contribuindo para orientar a alocação, ou realocação, de assentamentos relacionados às atividades humanas (GIRÃO; CORRÊA, 2004).

Complementa Rodrigues (2006) sendo comum subdividir a atuação da geomorfologia aplicada às atividades antrópicas em cinco áreas: recursos naturais, riscos naturais, desenvolvimento rural, desenvolvimento urbano e projetos de engenharia. Outros autores destacam também a colaboração da informação geomorfológica para uso agrícola e erosão do solo, uso urbano, manejo e estabilidade das vertentes, manejo de sistemas pluviais, manejo costeiro e formulação de políticas ambientais.

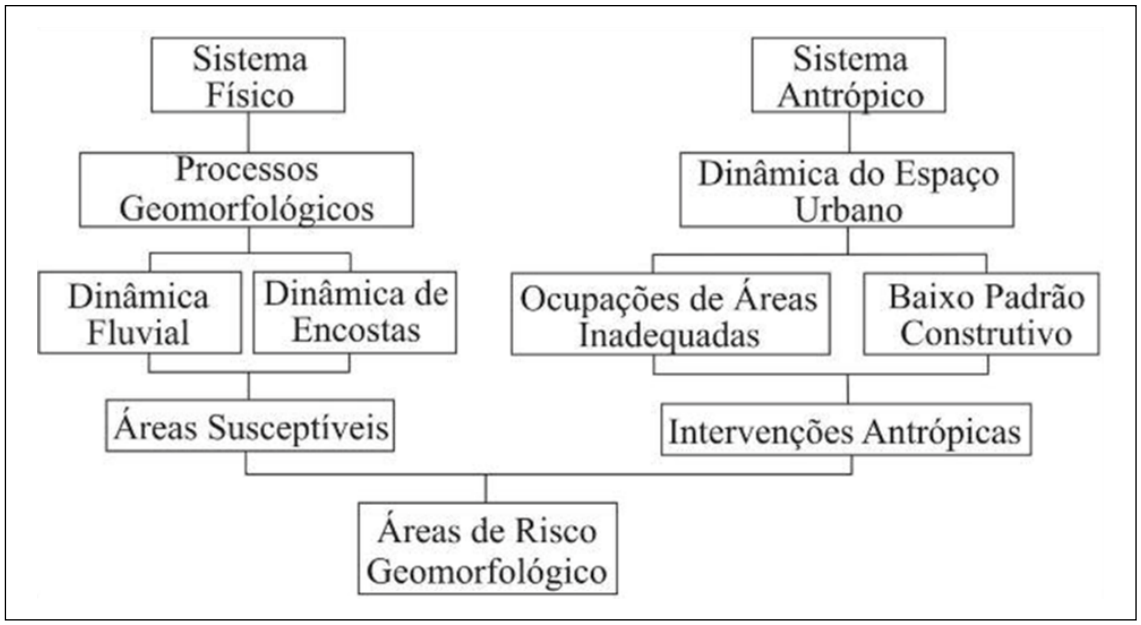
O conhecimento da Geomorfologia é fundamental, para poder ser bem aplicada ao planejamento ambiental, objetivando reduzir, ou evitar catástrofes que têm assolado várias partes do mundo, geralmente com dezenas, ou centenas de mortes, bem como perda de recursos naturais, muitas vezes de forma irreversível. (GUERRA, 2018).

Completa ainda Guerra (2018), que um bom exemplo de como a Geomorfologia pode ser aplicada aos estudos de vulnerabilidade ambientais, refere-se aos riscos de deslizamentos. As escalas de análise variam desde as locais, até as regionais. A vulnerabilidade a deslizamentos é geralmente considerada para indivíduos, em relação às construções e ruas, considerando o caminho preferencial dos deslizamentos.

A Geomorfologia segundo Rodrigues (2006) pode ser aplicada também em relação com a hidrografia, por exemplo, com o uso de mapa ‘hidromorfológico’ fornecendo informações como: cursos d’água permanente, sazonais e intermitentes, comportamento das formações de superfície e subsolo, solos impermeáveis, superfícies inundáveis, permeabilidade dos materiais para circulação do freático, natureza dos aluviões, etc.

O estudo da Geomorfologia Antrópica em uma determinada área, quando se planeja o seu desenvolvimento, pode ser de grande importância para que não ocorram impactos ambientais negativos. (GUERRA, 2018).

Os problemas geomorfológicos segundo Oliveira *et al*. (2004) pode ser desencadeado por dois processos: os de origem físicos naturais e os de origem antrópica, que em consonância podem acarretar áreas de risco geomorfológico como pode ser visualizado no esquema a seguir (Figura 1).



Fonte: Oliveira *et.al* (2004).

Figura 1. Sistematização dos riscos geomorfológicos.

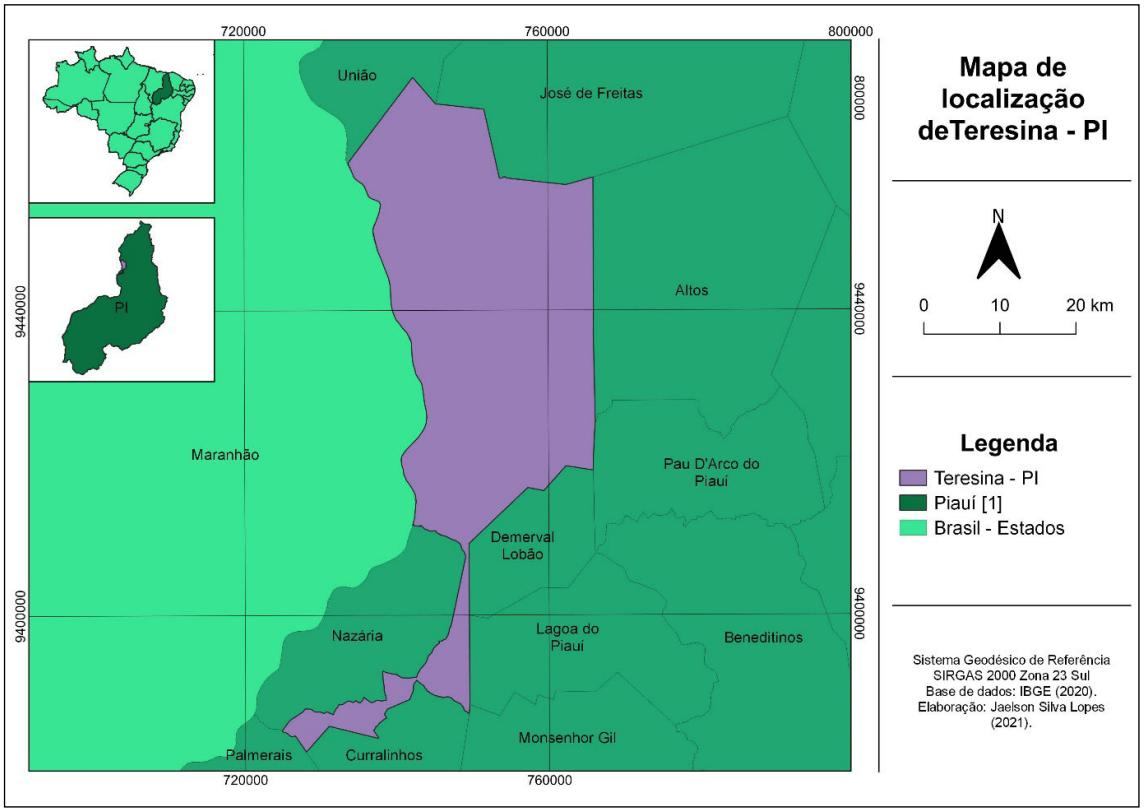
Com o esquema de Oliveira *et al*. (2004), é possível verificar como a Geomorfologia está intrinsecamente relacionada com os problemas ambientais e como sua aplicação se faz necessária para a interpretação e prevenção de riscos nos espaços urbanos. As áreas susceptíveis a riscos, por vezes estão relacionados a dinâmica fluvial e pelo risco da dinâmica de encostas.

Assim, o papel da Geomorfologia aplicada às atividades humanas como estudo de avaliação do meio ambiente e dos processos ambientais resulta em estudos que demonstram características de um determinado espaço para apropriação visando formas particulares de utilização do meio ambiente. (GIRÃO; CORRÊA, 2004).

Cabe ressaltar a relevância da atuação da geomorfologia na medida em que seus estudos levam a uma compreensão não só das formas geomórficas, mas também de sua dinâmica, responsável por uma permanente modificação derivada da constante ação e reação entre matéria e energia. (GIRÃO; CORRÊA, 2004).

Resultados e discussões

Caracterização da área de estudo



Fonte: Os autores (2021).

Figura 2. Localização do município de Teresina (PI) no estado do Piauí.

O município de Teresina, localiza-se no estado do Piauí. Teresina tem seu centro localizado no ponto de coordenadas geográficas 05° 05’ 21” S e 42°48’ 07”W O. O município de Teresina se limita com os municípios de União e José de Freitas ao Norte, ao Sul com Lagoa do Piauí, Curralinhos e Nazária, a Leste com os municípios de Altos, Pau D’Arco do Piauí e Demerval Lobão e Lagoa do Piauí e a oeste com o Estado do Maranhão. Possui uma área territorial de 1.391,98 km2 e apresentava uma densidade demográfica de 584,94 hab./km2 no ano de 2010 (PIAUÍ CEPRO, 2010).

Quanto às suas características morfoclimáticas, seu clima é Tropical subúmido quente, com duração de período seco de 7 meses com precipitação pluviométrica 1.365,3 mm. Suas temperaturas médias variam de 22 ºC a 38 ºC. Sua vegetação se caracteriza como Floresta decidual secundária mista, babaçual e campo cerrado. Quanto aos seus recursos hídricos, destacam-se os Rios Parnaíba e Poti, várias lagoas naturais e riachos. Os solos são do tipo argissolos, associado a solos aluviais eutróficos, latossolos e neossolos quartzarênicos. (PIAUÍ CEPRO, 2010).

A estrutura geológica sobre a qual esse município se encontra corresponde à porção centro-oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, aflorando nessa área formações datadas do Paleozoico ao início do Mesozoico, com intrusões de diabásio, do período Jurássico. A formação topograficamente mais rebaixada corresponde à Formação Piauí, datada do Carbonífero. Sua porção inferior compõe-se de bancos espessos de arenito fino a médio, pouco argiloso, róseo avermelhado, sub-arredondado, enquanto sua parte superior é formada predominantemente por uma sequência de folhelhos e argilitos de cor variegada com intercalações de dolomito. (LIMA, 2011).

Sobre as condições geomorfológicas do sítio urbano teresinense são caracterizadas pela presença dos baixos planaltos e dos baixos platôs interfluviais, seccionados por trechos dos rios Poti e Parnaíba, apresentando a direção-geral sul-norte, acompanhados por seus respectivos terraços aluviais. No trecho de confluência, esses terraços são mais estreitos no rio Parnaíba, pois se trata do seu médio curso, e mais largos no rio Poti, onde corresponde ao seu baixo curso. (SILVA; VIANA, [S.D]).

Ensino de Geografia e a Contribuição da Geomorfologia Antrópica na compreensão de desastres ambientais em Teresina

Sabendo da importância da Geomorfologia Antrópica para a compreensão dos problemas ambientais, este tópico destinou-se a mostrar as contribuições desse ramo da Geomorfologia aos problemas ambientais recorrentes no município de Teresina, mais especificamente na malha urbana, de modo que no ensino de Geografia, o docente possa estar indicando aos alunos as relações entre esses desastres e a Geomorfologia antrópica no seu cotidiano.

Assim, sobre as paisagens urbanas, de modo geral, entende-se que elas se diferem das paisagens rurais por conter poucos resquícios da paisagem natural e isto é consequência das necessidades do homem em sobreviver no meio. Necessidades estas que de uma forma ou outra interferem direta, ou indiretamente nas paisagens naturais.

Todavia, as transformações dos espaços urbanos alavancados pelo processo crescente de urbanização das cidades, somados a falta de interesse por parte das pessoas em compreender como a natureza se relaciona com as atividades humanas gera problemas socioambientais. Ressalta que, muitos desses problemas contém matrizes geomorfológicas.

Reafirmando o que foi posto no esquema de Oliveira (2004) da Figura 1 que trata da sistematização dos riscos geomorfológicos, Lima (2011) destaca alguns problemas socioambientais relacionados a Geomorfologia Antrópica que ocorrem na área urbana de Teresina. Esse município é banhado por dois grandes rios Parnaíba e Poti.

Lima (2011) completa que os demais rios/riachos afluentes do Parnaíba e do Poti apresentam pequena extensão tendo, em sua maioria, suas nascentes no próprio município. Vários deles deságuam na área urbana sendo canalizados em galerias pluviais, para onde convergem também muitos esgotos residenciais de áreas não contempladas com o esgotamento sanitário desta Capital. Este fato provoca problemas socioambientais, como inundações e isolamento de ruas por forte erosão/desabamentos na pavimentação urbana, principalmente nos anos de ocorrência de maiores índices pluviométricos. Destaca-se que, com a expansão da cidade, muitas lagoas formadas nos terraços desses rios vão sendo aterradas para uso urbano, agravando os problemas sanitários e habitacionais da população teresinense.

Com relação à dinâmica do relevo, os dados referentes aos elementos do clima atual de Teresina, principalmente os totais pluviométricos e sua distribuição, indicam sua alta concentração com episódios frequentes de chuvas torrenciais distribuídos em poucas horas. Considera-se isto como fator a erosão hídrica (Figura 3), o principal agente desencadeador da dinâmica natural dos solos e também do relevo neste município (LIMA, 2013).

Fonte: Município de Teresina (2010).

Figura 3. Erosão Hídrica em bueiro rompido na Rua Celso Pinheiro.

Na região urbana de Teresina não foram mapeados pontos que apresentem indícios de possíveis deslizamentos. Tal fato é confirmado pela topografia da região, que apresenta declividade muito baixa. No entanto, durante a ocorrência de eventos extremos de pluviosidade, o colapso de estruturas de drenagem pode gerar o desenvolvimento de processos erosivos localizados e consequente instabilidade de taludes (MUNICÍPIO DE TERESINA, 2010) como mostra a (Figura 4) a seguir.

Fonte: Município de Teresina (2010).

Figura 4. O colapso de bueiro provocando um princípio de erosão no talude da Av. Maranhão, Teresina.

Em vias não pavimentadas em Teresina, a ausência de dispositivos de drenagem também pode provocar o desencadeamento de processos erosivos, como é o caso do que ocorreu na Avenida principal do Loteamento Hugo Prado (Figura 5). A ausência do sistema de drenagem ocasionou a formação de sulcos nas bordas da via que, em função da sua inclinação, propicia o aumento da velocidade de escoamento e consequente carregamento dos grãos de solo. Esses sedimentos levados acabam aportando aos cursos d'água nas proximidades da área urbana (MUNICÍPIO DE TERESINA, 2010).

Fonte: Município de Teresina (2010).

Figura 5. Vista da saída do dispositivo de drenagem e pista danificada por processos erosivos em avenida de Teresina.

Outro problema relacionado às redes hidrográficas de Teresina, são as enchentes dos rios Parnaíba e Poti (Figura 6). Estes se constituem em problemas socioambientais vividos pelo teresinense, desde o século XIX. Esses problemas continuam até os dias atuais, uma vez que são consequência de um fenômeno natural e cíclico, conforme o regime da vazão e o estágio da dinâmica do rio. O que falta, pois, é a compreensão de que não adianta querer "vencer o rio", mas conhecer a cota de inundação em cada ponto do seu terraço, e usar essas áreas de outra forma que não seja para habitação (LIMA, 2011).

Fonte: https://cidadeverde.com/colunadozozimo/97425/enchentes-se-repetem-a-cada-dez-anos.

Figura 6. Avenida Marechal Castelo Branco em enchente do ano de 2009.

Na zona Sul de Teresina constata-se ainda sérios problemas a exploração desordenada de materiais para construção como os seixos, areias, "massará" e argilas, seja diretamente no rio Poti, através das dragas, seja nos morros (barreiros), principalmente no entorno do Conjunto Bela Vista, aumentando a erosão dos terraços do rio e consequentemente a carga de sedimentos que faz crescer as coroas e até mudar o eixo do rio Poti, em alguns trechos. Também se verifica o desmatamento de grandes áreas contínuas para a abertura de ruas e lotes de terrenos para ampliação desse Conjunto, provocando intensa erosão (voçorocamento) nas encostas e grande volume de sedimentos deslocados com destino ao rio (LIMA, 2002).

Os alagamentos (Figura 7) é outro problema socioambiental em Teresina, que necessita também dos conhecimentos da Geomorfologia antrópica. Segundo Nunes, Silva e Aquino (2018) no município de Teresina são monitoradas aproximadamente

52 áreas que, quando ocorre intensa precipitação pluviométrica associada à drenagem urbana deficitária, há o acometimento de alagamentos nessas áreas.

> O alagamento é um reflexo de um somatório de elementos como: uso; ocupação e cobertura da terra; declividade; impermeabilização do solo; intensidade pluviométrica; descarte de lixo em locais inadequados; má qualidade ambiental de espaços urbanos; carência da drenagem urbana; dentre outros. Sobre as consequências, pode-se citar as seguintes: danos a características fisiográficas; transporte de lixo/ sujeira para rios e lagoas; contaminação/poluição e ameaça à saúde pública (NUNES; SILVA; AQUINO, 2018, p.120).

Fonte: Município de Teresina (2010).

Figura 7. Alagamentos em áreas mais baixas de Teresina (Avenida Raul Lopes), Teresina.

Complementam ainda, que tais riscos são evidenciados pelo processo de urbanização que intensifica a compactação da terra o que ocasiona a impermeabilização da mesma, ocasionando o aumento da velocidade do escoamento superficial da água (NUNES et.al 2018).

Ainda, à medida que o rio Poti adentra o espaço urbano de Teresina os riscos de inundações (Figura 8) são intensificados. Isso deve-se ao fato principalmente da alta concentração de edificações nas áreas ribeirinhas, além do fenômeno de represamento das águas do Poti pelo rio Parnaíba, intensificando os riscos já existentes nos setores (NUNES et.al 2018).

Fonte: Município de Teresina (2010).

Figura 8. Planície de inundação ocupada por habitações em Teresina, Piauí.

No Quadro 1 a seguir foram elencados alguns dos problemas ambientais mais recorrentes em Teresina relacionados à Geomorfologia, tendo como base o levantamento teórico acerca desses problemas. As informações foram baseadas em artigos científicos, notícias jornalísticas e documentos oficiais do Município de Teresina.

Quadro 1. Problemáticas ambientais recorrentes em Teresina tendo como base a Geomorfologia.

Problema ambiental	Descrição
Aterramento	Aterramentos de terraço dos rios para edificação de moradias causando inundações e enchentes gerando problemas sanitários e habitacionais.
Erosão	Erosão hídrica gerando desabamentos na pavimentação urbana e habitações
Voçorocas	Voçorocas geradas pelo desmatamento de grandes áreas contínuas para a abertura de ruas e lotes de terrenos para ampliação de conjuntos habitacionais.
Enchentes	Enchentes agravadas pela drenagem deficiente da cidade, entupimento de galerias e impermeabilização do solo.
Exploração de materiais de construção	Exploração desordenada de materiais para construção no rio Poti, através das dragas, aumentando a erosão dos terraços do rio e aumentando a carga de sedimentos que faz crescer as coroas.

Fonte: Os autores (2021).

Considerando as problemáticas ambientais recorrentes em Teresina, o professor de Geografia nas suas aulas referentes ao conteúdo de Geomorfologia pode estar indicando aos alunos a importância das aplicações dos conhecimentos dessa ciência na interpretação desses problemas no seu cotidiano, como meio de instigar o raciocínio geográfico de modo crítico e reflexivo do aluno.

Assim, como foi notado, o levantamento dos problemas relacionados a Geomorfologia Antrópica na cidade de Teresina está pautado em sua grande maioria as questões hidrológicas, ou seja, relativos aos períodos de grande pluviosidade e ao regime das águas dos rios que circundam essa cidade.

Sobre a problemática dos aterramentos de terraço dos rios para edificação de moradias causando Inundações e enchentes gerando problemas sanitários e habitacionais, o professor de Geografia nas suas aulas de Geomorfologia (ou nas aulas que tratam do espaço urbano e suas paisagens) após explicar como ocorrem os processos de inundações e enchentes, ele deve deixar claro os conceitos de aterramentos, terraços fluviais, inundações e enchentes.

Com isso, ele pode está sugerindo aos discentes que façam um levantamento dos bairros de Teresina onde se encontram os pontos de enchentes, bem como, solicitando-lhes que façam uma leitura crítica propondo sugestões de prevenção desses problemas. Ainda, para complementar as discussões pode-se instigar os alunos a identificar como a Geomorfologia se faz presente na compreensão desse problema.

Como, por exemplo, podemos destacar que a Geomorfologia antrópica contribui para a compreensão desses problemas já que eles têm como base o uso inadequado do relevo por parte do homem, esse uso não considerando a dinâmica do rio pode acarretar problemas sérios como já mencionado a exemplo dos alagamentos da área urbana.

Ainda, sobre os alagamentos, o professor pode enfatizar que a grande extensão da malha urbana, com extensas avenidas asfaltadas, e construções, somadas a deficiente drenagem das águas na cidade durante o período chuvoso contribui para essa problemática como podemos verificar na Figura 9 a seguir.

Fonte:https://labdicasjornalismo.com/images/noticias/10106/21012022131038_db2930b182.jpg.

Figura 9. Alagamento na área urbana de Teresina em janeiro de 2022.

Sobre os problemas de erosão hídrica gerando, desabamentos na pavimentação urbana, o professor de Geografia pode estar destacando as áreas onde se encontram esses problemas, bem como mencionar que o desmatamento de áreas com vegetação natural para a construção de habitações em áreas de riscos deixa o solo exposto aos agentes modeladores do relevo, principalmente a água. Consequentemente, levando a problemas de erosão do solo. O docente pode destacar ainda que todo esse material carregado é levado para áreas mais baixas do relevo e ainda para os rios, contribuindo para formação de coroas de areia no leito do rio e posteriormente mudando seu curso.

Complementam Girão e Corrêa (2004) que as alterações do homem nos processos morfodinâmicos, que afetem diretamente o escoamento pluvial de determinada área periférica de uma cidade, podem resultar em processos de erosão dos solos, associados a possíveis movimentos de massa, resultando no assoreamento de baixadas ou cursos d'água.

Também, o professor pode estar mostrando a relação da Geomorfologia antrópica com o aumentando da erosão dos terraços do rio e aumentando a carga de sedimentos que faz crescer as coroas de areia, já que foi mostrado anteriormente a exploração desordenada de materiais para construção no rio Poti, através das dragas.

Assim, compreender como a Geomorfologia antrópica se faz presente e se relaciona com as atividades humanas nas áreas urbanas é pertinente como forma de conscientizar os alunos acerca da necessidade de ações que venham minimizar os problemas socioambientais identificados e apresentados neste trabalho.

Considerações finais

Como foi notado, o levantamento dos problemas relacionados à Geomorfologia Antrópica na cidade de Teresina está pautado em sua grande maioria nas questões fluviais e pluviais, ou seja, relativos aos períodos de grandes índices de pluviosidade e ao regime das águas dos rios que circundam a cidade. O relevo em si, não influi tanto nas problemáticas haja vista que a cidade de Teresina não está sobre áreas de elevados relevos.

Contudo, os problemas pautados na Geomorfologia fluvial somados à falta de planejamento da cidade de Teresina, mostraram-se como preponderantes acentuadores desses problemas que ano a ano ocorrem na capital do Piauí e que por conseguinte, em associação às atividades antrópicas, agrava significativamente os índices dos desastres ambientais recorrentes na cidade.

Desse modo, dos desastres ambientais destacados nessa pesquisa ressaltam-se, as inundações, voçorocas, enchentes e erosão nos terraços

dos rios. Sobre esses problemas o professor pode citá-los e relacionar tanto a Geomorfologia fluvial quanto a Geomorfologia antrópica, ou seja, como as ações humanas influenciam e podem atenuar ou agravar a incidência desses desastres como meio de instigar o senso crítico dos alunos, realizando, assim, uma reflexão dos problemas ambientais que circundam Teresina.

Assim, inferimos que cabe ao professor de Geografia o papel de levar em consideração o cotidiano dos alunos para a discussão em sala de aula, visto que, os desastres ambientais mencionados neste trabalho fazem parte da realidade da capital piauiense, e como tal, merecem e devem ser fruto de discussão no ambiente escolar, a fim de promovermos na escola, uma Geografia crítica e reflexiva, e que, acima de tudo, surta efeito, na vida daqueles que a ela se debruçam.

Referências

ALENCAR, Josivane José de; SILVA, Josélia Saraiva e. Recursos didáticos não convencionais e seu papel na organização do ensino de geografia escolar. **GEOSABERES:** Revista de Estudos Geoeducacionais, v. 9, n. 18, p. 1-14, 2018. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/645>. Acesso em: 30 nov. 2021.

AQUINO, Renê Pedro de. Questões Socioambientais urbanas no Piauí: diferentes enfoques. Teresina: EdUFPI, 2018. In: **INUNDAÇÃO E ALAGAMENTO NO MUNICÍPIO DE TERESINA, PIAUÍ**: ANÁLISE NOS SETORES CENSITÁRIOS ÀS MARGENS DO RIO POTI. NUNES, H. K. B de; SILVA, J. F. A.de; AQUINO, C. M. S. de. Disponível em: <https://www.sigadmin.ufpi.br/sigaa/verProducao?idProducao=2259822&key=858af0334d42f5576b7c40c886ee04a0>. Acesso em: 15 de out de 2021.

ASCENÇÃO, Valéria de Oliveira Roque; VALADÃO, Roberto Célio. Por uma Geomorfologia socialmente significativa na Geografia Escolar: uma contribuição a partir de conceitos fundantes. **Acta Geográfica**, p. 179-195, 2018. Disponível em: https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/4780. Acesso em: 15 nov. 2021.

BERTOLINI, William Zanete. **O ensino do relevo:** Noções e propostas para uma didática da Geomorfologia. 2010. 124 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais.

CALLAI, Helena Copatti. O estudo do lugar como possibilidade de construção da identidade e pertencimento. *In:* **VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais.** 2004. Disponível em: <https://www.ces.uc.pt/lab2004/pdfs/HelenaCallai.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2021.

CARVALHO, Breylla Campos; OLIVEIRA, Déborah de. Contribuição da geomorfologia antrópica na caracterização do Maciço do Bonilha, Região Metropolitana de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v.

24, p. 37-56, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/52753/56608>. Acesso em: 21 out. 2021.

CAVALCANTI, Lana de Souza. Propostas curriculares de Geografia no ensino: algumas referências de análise. **Terra Livre**, n. 14, p. 125-145, 1999. Disponível em: <https://www.agb.org.br/wp-content/uploads/2018/05/TL_N14.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2021.

CHAVES, Sammya Vanessa Vieira; ANDRADE, Carlos Sait. A incidência dos desastres naturais em Teresina, Piauí e o perfil da população vulnerável às inundações. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 1, p. 159-188, 2017.Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3332/333253584010.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

CRUZ, Lísia Moreira. **O ensino de Geomorfologia e o uso de recursos didáticos tecnológicos.** Tese de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Geografia Uberlândia, UFU, 2017. 229p. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19690>. Acesso em: 25 nov. 2021.

FONSECA, João José Saraiva da. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. João José Saraiva da Fonseca, 2002. Disponível em: <http://www.ia.ufrrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

GIRÃO, Osvaldo; CORREA, Antonio Carlos de Barros. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004.Disponivel em: <https://morrodobau.ufsc.br/files/2011/03/A-CONTRIBUI%C3%87%C3%83O-DA-GEOMORFOLOGIA-PARA-O1.pdf>. Acesso em: 7 de out de 2021.

GIROTTO, Eduardo Donizeti. Ensino de Geografia e raciocínio geográfico: as contribuições de Pistrak para a superação da dicotomia curricular. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 5, n. 9, p. 71-86, 2015. Disponível em: <https://www.revistaedugeo.com.br/ojs/index.php/revistaedugeo/article/view/144/149>. Acesso em: 20 out. 2021.

GUERRA . Dicionário Geológico-Geromorfológico. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446 p. ISBN 85-240-0458-4. **Cad. Saúde Públ** 10.2 (1994): 269-271.

GUERRA, Antonio Jose Teixeira. Geomorfologia e Planejamento ambiental–conceitos e aplicações. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 35, n. 4, p. 269-287, 2018. Disponivel em: <https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Guerra-7/publication/327754958_GEOMORFOLOGY_AND_ENVIRONMENTAL_PLANNING_-_CONCEPTS_AND_APPLICATIONS/links/5ba28e01a6fdccd3cb630f73/GEOMORFOLOGY-AND-ENVIRONMENTAL-PLANNING-CONCEPTS-AND-APPLICATIONS.pdf>. Acesso em: 6 de out de 2021.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. O relevo de Teresina: compartimentação e aspectos da dinâmica atual. In: Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação

em Geografia, 9, 2011, Goiânia, **Anais**., Goiânia, 2011.

TERESINA, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina – 2010**. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2014/09/PDDrU_THE_VF_TOMO06_impressao.pdf>. Acesso em 14 de out de 2021.

NUNES, Hikaro Kayo de*;* SILVA, José Francisco Santos; AQUINO, Claudia Maria Sabóia. Inundação e alagamento no município de Teresina, Piauí: análise nos setores censitários às margens do Rio Poti. In: OLIVEIRA, E. L. de A.; ROBAINA, L. E. de S. & RECKZIEGEL, B. W. Metodologia utilizada para o mapeamento de áreas de risco geomorfológico: bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria - RS. In: I Simpósio Brasileiro De Desastres Naturais, 2018, Florianópolis. **Anais.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

PEDRO, Leda Correia. Sociedade e Natureza: a interrelação entre ocupação, relevo e os impactos ambientais gerados. **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2009. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/057.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

PIAUÍ. Fundação CEPRO, **Diagnóstico Socioeconômico do município de Teresina**, 2010. Disponível em: <CEPRO21_5015e846a9.pdf>. Acesso em 11 de out de 2021.

RODRIGUES, Cleide. Limites e Possibilidades da Geomorfologia Aplicada. In: Simpósio Nacional deGeomorfologia (SINAGEO)/Regional Conference on Geomorphology: **Anais do VI Simpósio Nacional deGeomorfologia Aplicada,** ISBN: Português, Meio digital. 2006. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/6/9/373.pdf>. Acesso em: 07 de out 2021.

SANTOS, Larissa Anjos; LUIZ, Edna Lindaura. Ensino dos conteúdos sobre relevo na Geografia Escolar: análise de uma coleção de livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental. **Geografia (Londrina)**, v. 28, n. 2, p. 233-248, 2019. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/35597>. Acesso em: 10 out. 2021.

TORRES, Eloiza Cristiane; SANTANA, Cristiane Daniela. Geomorfologia no ensino fundamental: conceitos geográficos e instrumentos lúdicos pedagógicos. **Geografia (Londrina),** v. 18, n. 1, p. 233-246, 2009. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/1982/2436>. Acesso em: 21 nov. 2021.

VIANA, Bartira Araújo da Silva. Formação dos terraços fluviais e sua aplicação como fonte de materiais para a construção civil em Teresina-PI. In: **SINAGEO 2010**. 2010. Disponível em: <https://iracildefelima.webnode.com/_files/200000033-2a9722b91b/Art.%20Sinageo%202010_Terra%C3%A7os%20em%20Teresina.pdf>. Acesso em 15 de out de 2021.

USO DA DETECÇÃO REMOTA NOS PROCESSOS DE DESFLORESTAÇÃO: UM CASO DE ESTUDO MUNICÍPIO DO PÚRI NA PROVÍNCIA DO UÍGE-ANGOLA

USE OF REMOTE SENSING IN DEFORESTATION PROCESSES: A CASE STUDY MUNICIPALITY OF PÚRI IN THE PROVINCE OF UÍGE-ANGOLA

Tiago João Muana[1]
Khokhy Sefo Maria Barros[2]
António Valter Chissingui[3]

Introdução

Chefes de Estado e de Governo e altos representantes, reunidos na sede das Nações Unidas em Nova Iorque de 25 a 27 de setembro de 2015 no momento em que a Organização comemorava seu septuagésimo aniversário, decidiu-se sobre os novos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável globais. Assim como aos documentos de referência governativa, como a Agenda 2030, no seu Objectivo 15 "Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda de biodiversidade" (ONU, 2015).

A pressão actualmente exercida sobre os recursos naturais, torna necessário adoptação de medidas para a redução dos seus efeitos, bem como a protecção e a qualidade do ambiente da República de Angola Decreto Presidencial nº 99 de 13 de Abril de 2020, que aprova o Programa Nacional de Normalização Ambiental. No mesmo Decreto no Subprograma nº 6 do Sector das Florestas, diz que, a exploração florestal, ou seja, a produção de madeira e outros produtos florestais, tem como fonte de matéria-prima legal, somente as florestas exploradas sob regime sustentável, através de planos de maneio florestal sustentável ou por meio de desmatamentos autorizados, tal como está plasmado no seu Plano de Desenvolvimento Nacional (PDN 2018-2022), no seu Programa 2.3.4: Fomento da Exploração e Gestão Sustentável de Recursos Florestais, só para citar (MINIEP, 2018).

1 Mestre. Professor Assistente Estagiário do Instituto Superior de Ciências da Educação de Uíge – Angola. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5669-0328. E-mail: tiagojoaomuana@gmail.com.
2 Mestre. Professor Assistente Estagiário do Instituto Superior Politécnico de Ndalatando – Angola. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7487-9631. E-mail: sefobarros@gmail.com.
3 Doutor. Professor Associado do Instituto Superior de Ciências da Educação de Huíla - Angola. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5137-1448. E-mail: vachissingui@gmail.com.

A degradação florestal preocupa os angolanos e ambientalistas do mundo todo, pois interfere na fauna, destrói espécies da flora, contribui para a poluição da água, do ar, das chuvas ácidas, do efeito estufa e a comercialização ilegal de madeiras conforme pormenorizado nos parágrafos a seguir (CAZZAMATA, 2014, p. 1).

A Terra está a mudar e estas mudanças são reflectidas em todas as esferas do planeta (Litosfera, Atmosfera e Hidrosfera), sendo a litosfera a camada onde as mudanças são mais visíveis, devido às acções praticadas pelo homem nos últimos anos (AMARO, 2012, p. 3).

Estas acções são reflectidas a nível da paisagem, originando perda de biodiversidade e fragmentação dos ecossistemas, urgindo a necessidade de uma gestão sustentável que promova uma política de conservação, para isso, é necessário identificar e entender a relação entre os padrões de alteração e os processos que lhe estão associados, particularmente os resultantes das actividades humanas (CHISINGUI, 2017, p. 53).

Das mudanças ocorridas a superfície terrestre, uma das variáveis mais afectadas é o coberto do solo, resultante da transformação das florestas para a prática agrícola por um lado, bem como para a construção de habitações. Para estudarmos tais alterações, necessitamos de conhecimento e meios apropriados, para medir estas variáveis, sendo que no terreno é muito difícil e devido ao acesso por vezes limitado (SKIDMORE; PETEORELLI, 2018).

Dai a necessidade de recorrer-se à imagens de satélites para facilitar e rentabilizar os resultados da investigação desta investigação. A gestão dos ecossistemas existentes no continente africano, têm sido alvo de estudos pelos decisores políticos, isto devido ao acelerado crescimento populacional que exerce pressão sobre o meio. Essa pressão reflecte-se na contaminação atmosférica, poluição dos solos e dos rios, causando assim, uma diminuição na qualidade dos serviços prestados pelos ecossistemas naturais para o bem-estar das populações. Para mitigar os efeitos adversos da pressão humana sobre a natureza, o investimento no capital humano e a diversificação da economia são algumas políticas que os países africanos necessitam desenvolver para possibilitar uma gestão sustentável dos recursos naturais (UN, 2010), citado por (CHISINGUI, 2017, p. 53).

As condições de pobreza alargada, pressões demográficas, distorção na distribuição da riqueza são, entre outros, apontados como factores que estão na base dessa realidade, fomentada pelo fraco poder fiscal das actividades, o que poderá comprometer o futuro do país (BARBOSA, 2009).

No final deste milénio, umas das áreas mais pesquisadas pelos geocientistas diz respeito ao maior conhecimento sobre o meio ambiente, seja na avaliação e magnitude dos impactos ambientais causados pelo homem, seja na área da educação ambiental causados pelo homem (CHAVES; SANO; MENESES, 2000, p. 2).

Nos últimos anos o continente africano tornou-se palco de expedições e investigações científicas, e os seus ecossistemas são alvo dessas actividades. Destas, várias obras têm sido publicadas onde são apresentadas o estado actual e o futuro dos ecossistemas do continente. Os estudos mais recentes sobre os objectivos do desenvolvimento do milénio apontam sobre as altas taxas de desflorestação a nível do continente africano e de um aumento de quase 1% nas emissões de CO_2 (SÁ, 2008, p. 19).

O Município do Púri, região que compreende a área de estudo desta investigação, dispõe de um rico património vegetal caracterizado por mosaico de balcedos e savanas em solos ferralíticos numa região que compreende a província de Malange, o município de Camabatela na província do K. Norte, e o Município de Cangola (BARBOSA, 2009).

No caso do Município do Púri, houve uma grande diminuição a nível das formações vegetais naturais com excepção das savanas abertas em que se registou um aumento devido a degradação da floresta densa, bem como um aumento das áreas artificializadas e agrícolas.

Tratando-se do recurso à floresta em busca de sobrevivência, torna-se claro de que a problemática ambiental no Púri é uma realidade que inspira preocupação, dado que a população não tem noção de sustentabilidade. Preocupa-se, apenas, com a garantia da sua sobrevivência diária à custa de depleção dos recursos sem equacional a questão do limite da capacidade de resiliência dos ecossistemas.

O uso da Detecção Remota, por meio de avançados métodos de análise de dados espaciais, constitui a aposta certa na avaliação da interação entre diversos elementos do mosaico paisagístico, bem como na observação das causas e consequências da heterogeneidade espacial ao longo de uma classe de escala espaço-tempo, ajudando dessa forma na tomada decisões sobre áreas prioritárias de intervenção dos órgãos competentes (FARIA; CASTRO, 2010).

Nas últimas décadas, a Detecção Remota tem sido uma ferramenta amplamente utilizada no mapeamento da cobertura terrestre e no monitoramento dos recursos naturais (PRADO, 2009).

A utilização frequente da Detecção Remota se deve ao facto de que os dados obtidos a partir de satélites propiciam coberturas repetitivas e em várias escalas da superfície terrestre em intervalos de tempo relativamente curtos. Destaca-se também a possibilidade de processamento rápido desses dados através de técnicas de análise associadas a sistemas computacionais (VILELA, 2000).

A leitura de um território, assim como a compreensão das dinâmicas da sua paisagem pode ser feita através da análise de uso e ocupação do seu solo em diferentes épocas.

Assim, a Cartografia surge como um aliado indispensável ao estudo e conhecimento do estado da paisagem, sendo cada vez mais utilizada em várias áreas científicas (geografia, geologia, ambiente, arqueologia, etc.) sob a forma de informação digital e com recurso a Sistemas de Informação Geográfica (Crampton,2010) citado por (CHISINGUI, 2017, p. 53).

Para além das imagens de sensores ópticos, usadas para o mapeamento e reconhecimento da paisagem, em países tropicais como Angola, as imagens de *RADAR* são particularmente importantes, pois a aquisição de dados a partir de imagens de satélite é por vezes influenciada pelas condições climáticas, devido à intensa cobertura de nuvens durante a maior parte do ano em algumas partes do território (DUARTE; FERNANDES, 2004).

Matérias e métodos de estudo

Área de estudo

Geograficamente, o Município do Púri está localizado na província do Uíge, limitado a Norte pelos Municípios do Bungo e Sanza Pombo, a sudeste pelo Município de Cangola, a Sudoeste com o Município do Negage. Abarca uma extensão superficial de 1.240 km^2 no Paralelo 7º 41' 35" de latitude Sul e pelo Meridiano 15º 39' 11" de longitude Este (ALTUNGA; FERNANDES; SABINO, 2008).

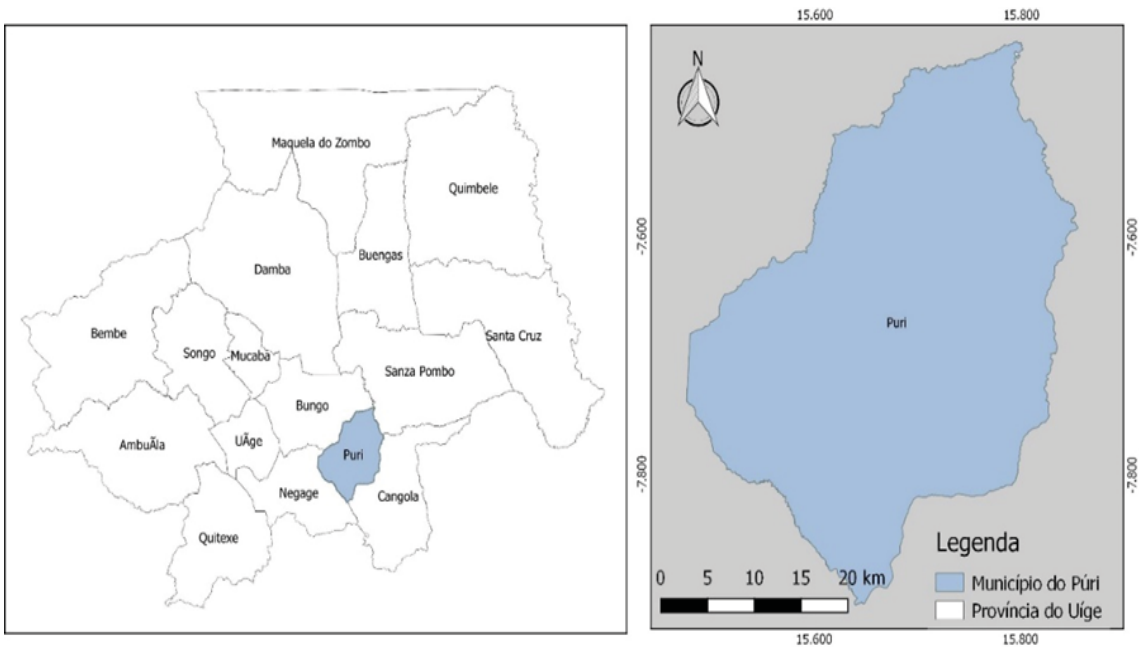


Figura 1. Divisão política administrativa do Uíge e localização do Púri.

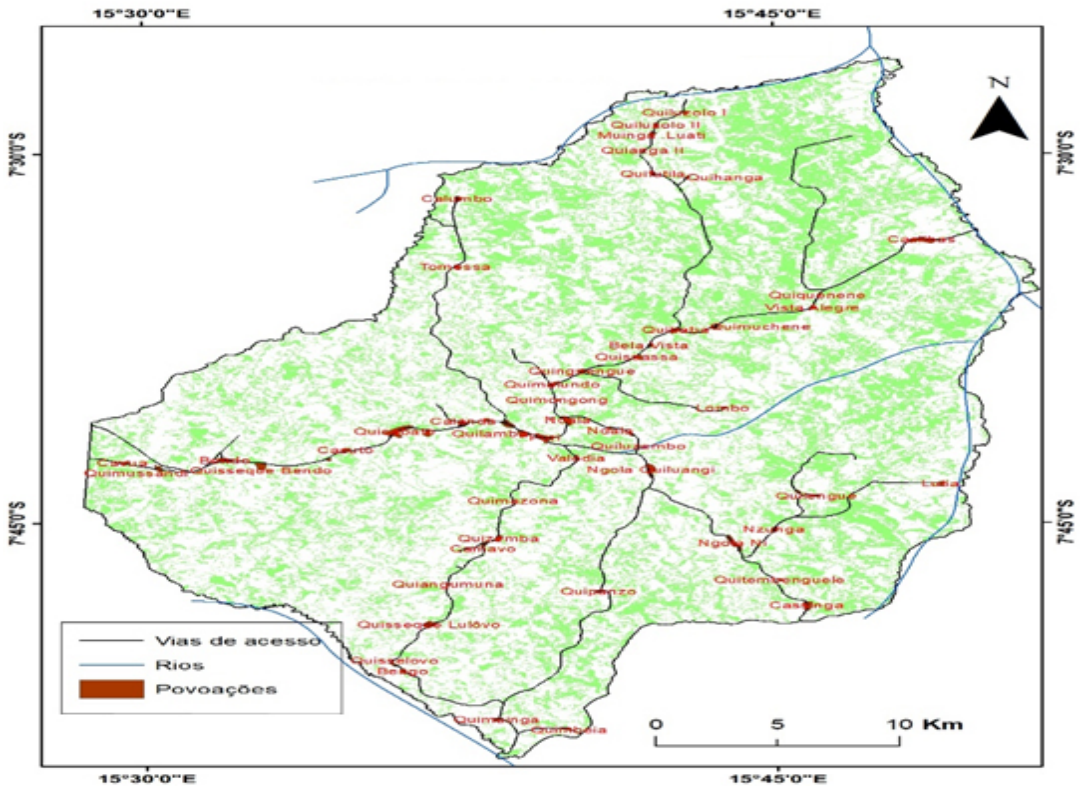


Figura 2. Divisão administrativa do Púri.

O Município do Púri faz parte daqueles municípios de Angola que não têm comunas na atual divisão política administrativa do país, ele tem 12 regedorias e 65 aldeias, com uma população estimada em 41mil habitantes (INE, 2016). O Município do Púri é rico em recursos naturais. A hegemonia económica deste município, resulta do seu potencial natural com muitos recursos ainda não descobertos, mas com destaque para o amendoim, batata-doce, bata-rena, milho, gimbidi, mandioca, entre outros. Admite-se existirem no Púri savanas e florestas favoráveis para agricultura. A abundância e a regularidade das chuvas têm contribuído bastante para o incremento das actividades agrícolas entre as populações, as chuvas constantes por sua vez, dificultam a criação do gado caprino. Relativamente ao fabrico de carvão, Púri tornou-se sinónimo de carvão e foi denominado e criado um mercado" o carvão do Púri".

Situação e fisiografia

Corresponde ao pendor do lado oriental consequentemente, para o interior das elevações entre K. Norte e Uíge, até próximo de Maquela do Zombo, pendor que estende em declives irregulares até às escarpas da baixa de Cassange ou até às zonas arenosas. Estas elevações são constituídas por uma cordilheira formada pelas seguintes serranias, de sul para norte, Quiculungo (1432 m),

Camabatela (1300 m), Negage (1260 m), Mucaba (1270 m), Quimbumba (1092 m), até se esbater nas últimas elevações da serra da Canda. As altitudes referidas não são vigorosas e apenas pretendem dar uma ordem de grandeza relativas das altitudes variarem identicamente, a paisagem e o tipo fisionómico da vegetação natural. O mosaico da floresta cafeeira, alta e relativamente húmida, com savanas de andropogóneas, é substituído por outro, de savana mista de andropogóneas e paníceas, com balcedos, aqui e ali, ou com árvores dispersas. A floresta de ravina é menos exuberante, mais baixa, de transição para os balcedos altos (BARBOSA, 2009, pp. 96-97).

Clima

A classificação do clima é Aw de acordo com a Köppen e Geiger. A temperatura média anual em Uíge é 22.2 °C. Tem uma precipitação média anual de 1402 mm.

Geologia e pedologia

Nesta área dá-se a transição das areias do Calaári para o sistema do Congo Ocidental, cujas formações rochosas têm já longa representação na faixa ocidental. Os solos são geralmente psamo-ferrálicos vermelhos, menos vezes psamo-ferrálicos amarelos, ambos originários de sedimentos não consolidados, grosseiros. Os solos argiláceos ferralíticos, normalmente de cores vivas, têm a sua representação relacionada com as formações pré-cambrianas (ALTUNGA; FERNANDES; SABINO, 2008).

Vegetação

Como se indicou na fisiografia, o pendor para o interior das serranias do Uíge cobre-se de uma vegetação em mosaico de savana relativamente subxerófita, de «capins» mistos de andropogóneas e paníceas, e balcedos, ao passo que para o lado do oceano se reveste de florestas cafeeiras e savanas de andropogóneas (BARBOSA, 2009, pp.96-97).

As figuras abaixo representam aquilo que é a realidade do coberto florístico do Púri em trinta anos. O que nos permite dizer que é necessário termos olhos de olhar e ver para que todos lutemos contra a desflorestação em todos os seus sentidos. Observando as figuras, pode parecer uma mera mentira mais para quem vive a realidade o fenómeno é bem visível. Durante 30 anos devastou-se consideravelmente o Município.

Aqui são apresentados os resultados e algumas interpretações possíveis da análise integrada à metodologia proposta. Assim, a discussão está estruturada em torno de três aspectos distintos, contudo interligados: o primeiro corresponde à análise dos resultados da classificação não-supervisionada obtidos graças à utilização da metodologia proposta no processamento digital e de classificação de imagem; o segundo corresponde à interpretação visual da imagem que se obteve à luz do conhecimento das feições com ajuda de dados sobre o uso e cobertura da terra, produzido em 1999, 2009 e 2019, a última que é a análise dos dois processos de classificação, suas vantagens e desvantagens.

Após a classificação não-supervisionada e a avaliação da exactidão dos mapas foram adoptadas as seguintes técnicas de análises no âmbito dos SIG, aliado ao software ArcGis 10.2 com recurso a análise estatística de valores obtidos:

✓ Cálculo das áreas em hectares das classes de uso e cobertura da terra para a área em estudo;

✓ Determinação das taxas de crescimento de todas categorias de uso e cobertura da terra no período entre 1999 - 2019;

✓ Detecção de mudanças em todas classes de uso e cobertura (determinação de ganhos e perdas) em hectares.

Coberto do solo em 1999

Em 1999, 70% da região de estudo era ocupada por formações florestais, 25% por Áreas cultivadas/Solo nu e os restantes 5% por outras classes. A imagem Landsat TM para o ano de 1999 e o respectivo mapa de coberto do solo podem ser observados na Figura 3.

Nas figuras abaixo é visível a desflorestação em todas as aldeias que se localizam nas vias de acesso primárias e secundárias. Exemplo: da estrada nacional que liga os municípios do Púri e Sanza Pombo, nas aldeias Quibaba, Onze de Novembro, Quimuxone, vista alegre, Quinqueque, Quimalundo, Dalaquiangala, Calumbo, só para citar onde a comercialização do carvão é elevado no seio das populações.

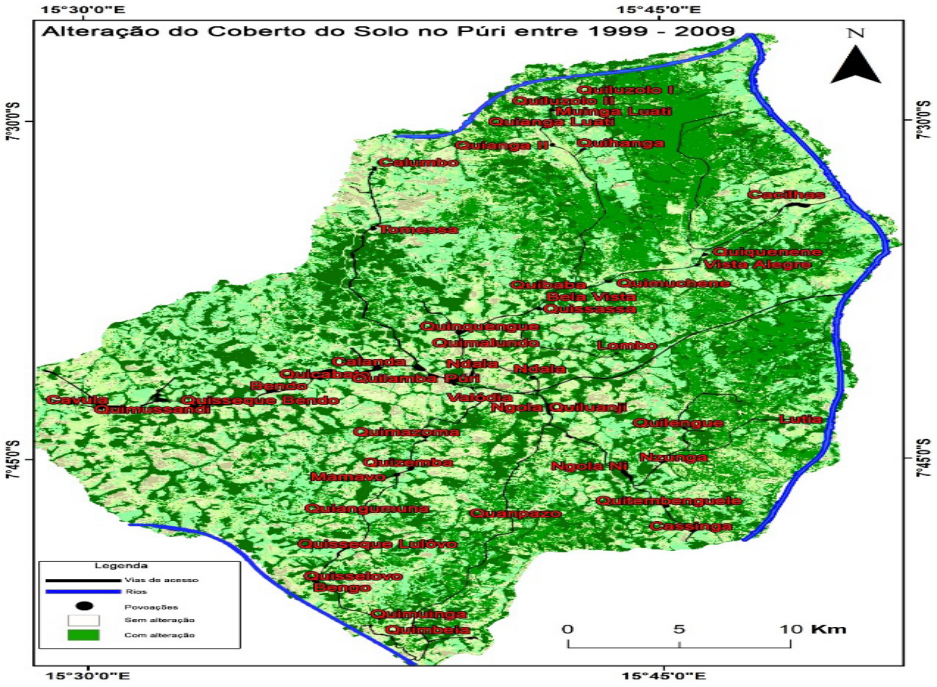


Figura 3. Alteração do coberto do solo no Púri entre 1999-2009.

Coberto do solo em 2009

Em 2009, 60% da região de estudo era ocupada por formações florestais, 35% por Áreas cultivadas/Solo nu e os restantes 5% por outras classes. A imagem Landsat TM para o ano de 2009 e o respectivo mapa de coberto do solo podem ser observados na Figura 4.

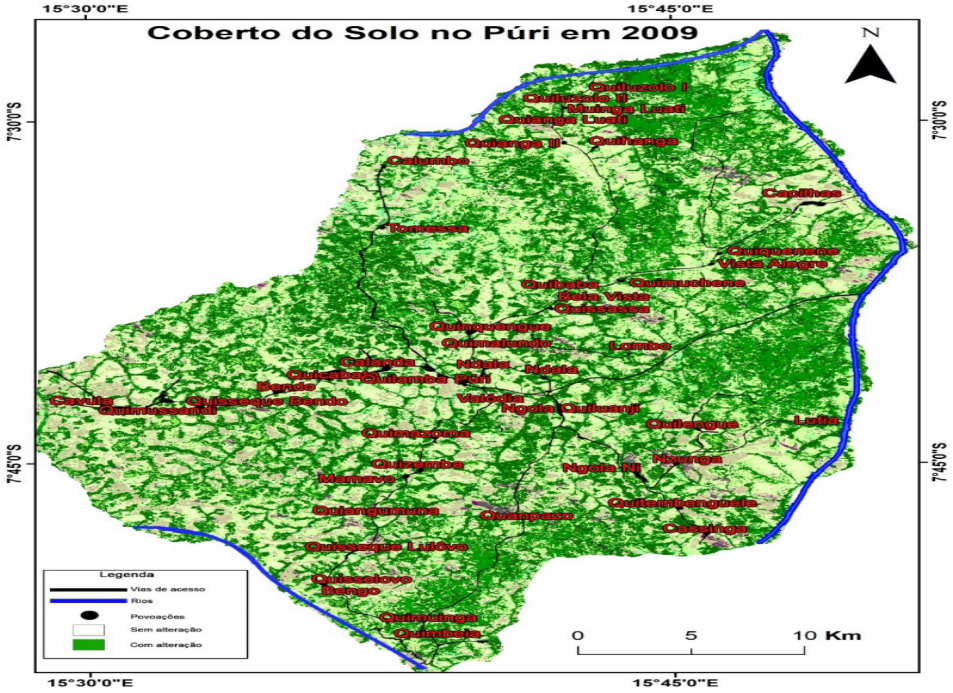


Figura 4. Alteração do Coberto do solo no Púri entre 2009-2019.

Coberto do solo em 2019

Em 2019, 40% da região de estudo era ocupada por formações florestais, 55% por Áreas desflorestadas /Solo nu e os restantes 5% por outras classes. A imagem Landsat TM para o ano de 2019 e o respectivo mapa de coberto do solo podem ser observados na Figura 5.

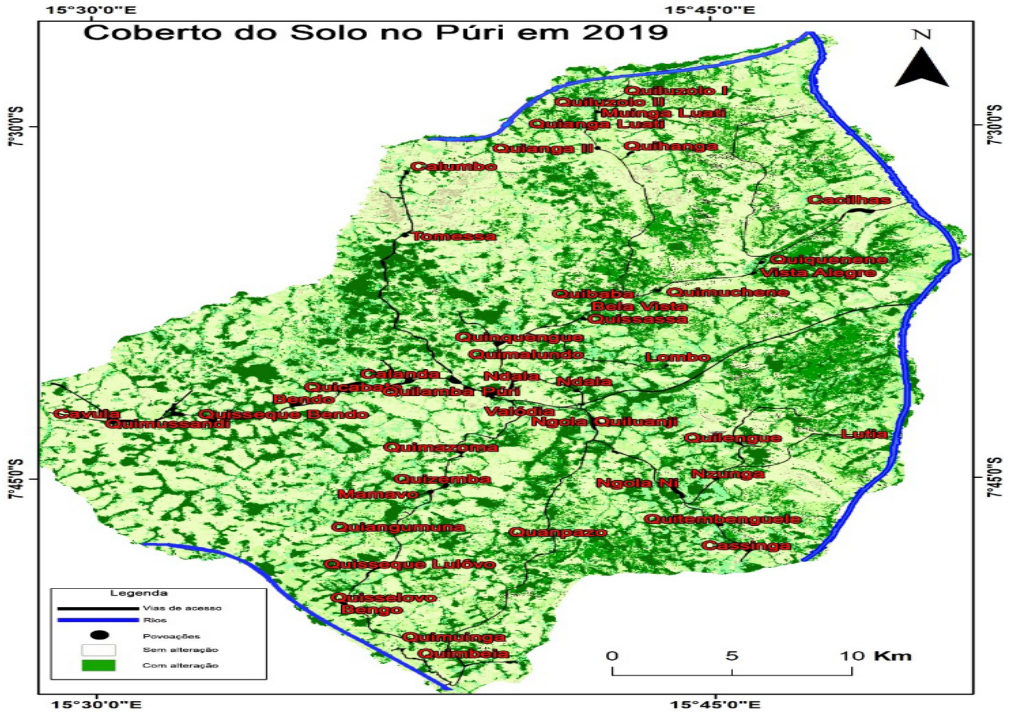


Figura 5. Coberto do solo no município do Púri em 2019

Resultados e discussão

A análise das alterações do coberto do solo foi realizada considerando uma escala temporal de 30 anos.

Considerando a região de estudo, no período de 1999-2009, verifica-se uma alteração de 30% da região total. No período 2009-2019, a extensão de superfície alterada correspondeu a 70%, ligeiramente superior à do período anterior. Verifica-se, assim, que existe um aumento da superfície alterada ao nível de toda a região de estudo para o período analisado na série temporal.

A análise global das alterações de coberto a nível temporal, evidencia trajectórias de mudança associadas a uma enorme perda das áreas de vegetação natural e a um aumento considerável de territórios artificializados e de áreas agrícolas Figura 5.

Analisando a dinâmica das alterações a nível temático, ou seja, a nível das várias classes de coberto do solo encontradas na região, verifica-se que existem grandes alterações no período temporal considerado.

Considerando a imagem inicial (1999-2009) e a imagem final (2009-2019) do período temporal, verifica-se um aumento da área alterada, e uma diminuição das classes de coberto, como se pode verificar nas Figuras 3 e 4. A classe (1) foi a que teve uma maior aumento nos três períodos analisados, e as classes (0) foram as que diminuíram substancialmente, mais de 3 vezes.

Nas últimas dezenas, os ecossistemas terrestres têm vindo a ser gravemente alterados e degradados em consequência da crescente actividade humana. Estas alterações têm-se reflectido a nível da paisagem originando perda de biodiversidade e fragmentação dos ecossistemas. Dada a importância de uma gestão sustentável que promova uma política de conservação, é necessário identificar e perceber a relação entre os padrões de alteração e os processos que lhe estão associados, particularmente os resultantes das actividades humanas (CHISINGUI, 2017).

Na tabela que se segue estão apresentados os valores sumários das variáveis em estudo. Verifica-se que as variáveis independentes são todas quantitativas e as variáveis dependentes são nominais (binárias).

Tabela 1. Valores sumários.

	Estatísticas					
	Distância aos rios (m)	**Distância as povoações (m)**	**Distância ao fogo (m)**	**Distância as vias de acesso (m)**	**Desflorestação entre 1999 – 2009 (km)**	**Desflorestação entre 2009 – 2019 (km)**
N	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Média	5114,36	3025,24	731,89	1957,76	,33	,19
Mediana	4582,09	2699,56	763,42	1526,84	,00	,00
Desvio padrão	3707,699	1859,250	505,438	1705,628	,469	,391
Mínimo	0	0	0	0	0	0
Máximo	17945	9657	3284	9050	1	1

A tabela que se segue, apresenta um conjunto de informações que permitem saber que variáveis independentes têm maior ou menor influência sobre variável dependente, bem como os coeficientes de regressão.

Coeficiente 0,421 para a VI *distancia as povoações* (VI quantitativa): o acréscimo de uma unidade no *score* da distância as povoações, implica que o *logged odds* da desflorestação aumente 0,421;

Coeficiente -0,222 para a VI distancia as vias de acesso (VI quantitativa*)*. O *logged odds* da desflorestação decresce 0,222 com o aumento da distância as vias de acesso.

As variáveis, distância aos rios e distância ao fogo, não apresentaram efeito significativo sobre a VD.

Tabela 2. Variáveis independentes.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Distância aos rios	,025	,047	,282	1	,595	1,025
Distância as povoações	,421	,090	22,136	1	,000	1,524
Distância ao fogo	-,098	,085	1,319	1	,251	,907
Distância as vias de acesso	-,222	,072	9,511	1	,002	,801
Constante	-1,973	,852	5,365	1	,021	,139

Resultado dos efeitos das variaveis independentes sobre a desflorestação entre 2009-2019

Coeficiente 0,440 para a VI *distancia as vias de acesso* (VI quantitativa): o acréscimo de uma unidade no score da distância as vias de acesso, implica que o *logged odds* da desflorestação aumente 0,421;

Coeficiente -0,886 para a VI distancia as povoações (VI quantitativa*)*. O *logged odds* da desflorestação decresce 0,886 com o aumento da distância as povoações.

As variáveis, distância aos rios e distância ao fogo, não apresentaram efeito significativo sobre a VD no segundo período.

Tabela 3. Efeito das variáveis.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Distância aos rios	,013	,058	,052	1	,820	1,013
Distância as povoações	-,886	,121	53,825	1	,000	,412
Distância ao fogo	,160	,104	2,359	1	,125	1,173
Distância as vias de acesso	,440	,106	17,051	1	,000	1,552
Constante	1,041	1,006	1,071	1	,301	2,833

Conclusão

O trabalho demonstra o potencial dos dados de sensoriamento remoto e das técnicas de extração de informação para o monitoramento da dinâmica espaço temporal da cobertura da vegetação no município do Púri, Uíge.

A investigação trata sobre a problemática da desflorestação que afecta a circunscrição do Púri, Uíge, caracterizada por uma progressiva pressão ambiental, que se constatou mediante a análise comparativo-temporal progressivo por intervalo de 10 anos (2009, 1999 e 2019), com o recurso às tecnologias de análise espacial, a partir de imagens landsat e respectiva vectorização com a folha topográfica da circunscrição municipal, por intermédio do recurso à softwares SIG (QGIS e ArcGIS). A investigação objectivou elaborar a cartografia das áreas florestais, para a identificação das causas, trajectórias e as dinâmicas da desflorestação, com o recurso à detecção remota, no município do Puri, província do Uíge.

Resultados demonstram que a nova metodologia empregada para a detecção da dinâmica da desflorestação apresenta com maior eficácia (relação entre resultados e objectivos). Estes resultados não reflectem apenas a obtenção de um melhor ajuste da metodologia de detecção da desflorestação, mas também a consolidação da base de dados do Púri. Com isto, agrega-se maior confiabilidade aos dados estimados de desflorestação, bem como aumenta expressivamente o subsídio às políticas de combate a desflorestação no Púri, fornecendo maior suporte de apoio às decisões à Administração Municipal do Púri.

Para encontrar possíveis impactos ambientais, utilizou-se como critério indícios que comprometessem a protecção do solo, que afetassem a preservação dos recursos hídricos, a biodiversidade, a fauna, a flora, a estabilidade geológica, a paisagem e o bem-estar das populações humanas. Para o efeito, sustenta-se em princípios teóricos dos últimos 10 anos, para sustentar o problema investigado. Sustenta-se, igualmente, na normativa nacional sobre a desflorestação e, de um modo geral, sobre a gestão de recursos naturais, o que permitiu compreender o lugar e a relevância da temática investigada para a solução de um problema que afecta praticamente todo o país, como se pode aferir na vasta normativa angolana até aos documentos de referência governativa, como a Agenda 2030, no seu “Objectivo 15. Assim como o Plano de Desenvolvimento Nacional (PDN 2018-2022).

Portanto, estudos como este constituem, para o contexto nacional, em particular a província do Uíge, uma contribuição para a solução de problema de gestão sustentável das florestas com o recurso à tecnologias geográficas. Estas evidências constituem pautas essenciais para considerar que a temática investigada é actual e imprescindível.

Ficou claro que a novidade da investigação, inclui-se na análise comparativo-temporal da desflorestação no município do Púri, Uíge, utilizando a tecnologia espacial, que constitui, para aquele contexto investigativo, um estudo inédito, por agregar estudos de cobertura florestal de intervalo de 10 anos, para identificar indícios visíveis de perda de cobertura, como uma contribuição de alerta à gestão de espaços florestais naquela circunscrição. Deste modo, ao nível dos preceitos de gestão de recursos naturais na circunscrição de Púri se considera que esta investigação é inédita, por aportar técnicas que geraram uma base de dados SIG de análise comparativa das pressões ambientais, para a gestão sustentável, pelas autoridades municipais, do manto florestal no município de Púri, Uíge, o que lhe confere, também, um adequado valor prático.

Durante a pesquisa nos deparamos com um conjunto de situações que inviabilizaram de certo modo o trabalho, desde a distância que separa entre o autor e o orientador, associado a pandemia Covid-19, fez com que o Orientador não se deslocasse até a área de estudo sendo ele o que mais entende sobre muita tecnologia e metodologias o que não permitiu a realização do trabalho de campo, estes e outros motivos fizeram com que o trabalho ficasse apenas de gabinete. Estas insuficiências vividas serão ultrapassadas nas próximas investigações nos níveis posteriores com a mesma temática.

Referências

ALTUNGA, J. Z., FERNANDES, M. D., & SABINO, M. C. **Angola atlas geográfico ensino secundário**. Luanda. 2008.

AMARO, D. **Problemas ambientais**: desflorestação. Lisboa. 2012.

BARBOSA, L. A. **Carta fitogeográfica de Angola**. Lisboa: Assesca-PLP. 2009

CAZZAMATA, R. (20 de 03 de 2014). **Destruição de florestas em Angola preocupa governo e ambientalistas**.

CHAVES, J. M., SANO, E. E., & MENESES, P. R. **Uso de imagens de radar como ferramenta auxiliar na identificação de elementos geológicos na região do Cerrado.** Brasil. 2000.

CHISINGUI, A. V. **Análise da paisagem e das alterações de uso/ocupação do solo no lubango e arredores.** Évora. 2017.

DUARTE, A., & FERNANDES, J. C. **Detecção remota.** Porto: Lidel. 2004.

FARIA, K. M., & CASTRO, S. S. **Análise da evolução da fragmentação da paisagem com uso de geotcnologias.** Portugal. 2010.

MINIEP. **Plano Nacional de Desenvolvimento.** Luanda. 2018.

PRADO, F. D. **Sistema hierárquico de classificação para mapeamento da cobertura da terra nas escalas regional e urbana**. Brasil. 2009.

SÁ, A. C. **Detecção remota de áreas ardidas no sul de áfrica. contribuição para a redução da incerteza nas estimativas de incidência do fogo.** Lisboa. 2008.

Skidmore, A. K., & Peteorelli, N. (25 de 07 de 2018). **Environmental science: Agree on biodiversity metrics to track from space**. Disponível em: <https://www.nature.com/news/environmental-science-agree-on-biodiversity-metrics-to-track-from-space-1.18009>.

UN United Nations. **Sustainable Development: From Brundtland to Rio 2012.** New York. 2010.

Vilela, M. F. Avaliação de técnicas de realce e classificação digital na elaboração de um mapa de uso da terra mediante uma imagem TM/LANDSAT-5. Viçosa: **Revista Árvore**. 2000.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE INUNDAÇÃO E ENXURRADAS: ESTUDO DE CASO EM UMA MICRORREGIÃO

GEOTECHNOLOGIES APPLIED TO MAPPING OF FLOODED AREAS: CASE STUDY IN A MICROREGION

André Luiz Nascentes Coelho[1]
Miquelina Aparecida Deina[2]

Introdução

Os estudos geográficos contemporâneos com enfoque físico-ambiental e o emprego de geotecnologias possuem relevância no escopo das geociências, pois, a partir deles, é possível entender as condições gerais da dinâmica da paisagem, contribuindo para o desenvolvimento de prognósticos e interpretações geoambientais (LANG; BLASCHKE 2009).

Para Coelho, Gimenes e Goulart (2020); Jensen (2009), entre outros, as geotecnologias são consideradas na atualidade importantes ferramentais, propiciando avanços no tratamento e geração de informações para prevenção de desastres e demais estudos da cobertura terrestre e marinha. Um exemplo, é a espacialização e análise de áreas de risco a inundações, no auxílio de tomadas de decisões, alertas, pois se dispondo do zoneamento dessas áreas, pode-se designá-las usos mais adequados.

A inundação de acordo com Sausen e Narvaes (2015), é o tipo de desastre que mais prevalece no mundo, abrangendo maior área territorial e recorrência. É definida, conforme Kobiyama et al. (2006), pelo aumento do nível da calha dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre áreas adjacentes a eles. Castro (2005) acrescenta que a inundação é o transbordamento de mares, lagos e açudes ou a acumulação de água por drenagem deficiente.

Nesse contexto, a compreensão da variação espacial e sazonal da ocorrência de inundações em um recorte de análise territorial, através do emprego de geotecnologias, possibilita estabelecer ações de monitoramento sistemático

1 Docente da Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/CEPEDES-UFES e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9068-495X. E-mail: alnc.ufes@gmail.com.
2 Professora efetiva do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) Campus Vila Velha/ES. Membro do Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO/UFES. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7466-6954. E-mail: miquelina.deina@ifes.edu.br.

com base em um banco de dados geográficos atualizado, controle, combate, resiliência de paisagens, incluindo também orientações de práticas controladas, evitando a causa de desastres dessa natureza.

A partir dessas considerações o objetivo principal do capítulo foi cartografar e analisar as áreas de inundação e enxurrada na Microrregião Litoral Sul do Estado do Espírito Santo derivado das imagens de satélite, em um episódio de cheia extrema, integrando com os registros desse evento pela defesa civil, o que contribui para o estabelecimento de ações e redução do potencial desse desastre.

Como objetivos específicos, o estudo pretende: identificar a maior precipitação mensal com base na série histórica de 30 anos; verificar a viabilidade/ eficiência da aplicação de estudos temporais com o emprego de produtos de sensoriamento remoto na delimitação de áreas sazonalmente inundadas; difundir o uso integrado e a aplicação das geotecnologias referentes aos produtos de Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas - SIG de código aberto nos estudos geográficos e no auxílio nas tomadas de decisões, a exemplo do zoneamento desses ambientes em escala microrregional e outras ações de ordenamento territorial e ambiental.

Princípios e metodologia adotados na elaboração do mapeamento

O encaminhamento da pesquisa abrangeu um breve referencial conceitual, teórico e metodológico, pautado na análise espaço-temporal de inundações e enxurradas no sentido de obter o conhecimento recente através dos estudos, relatórios, livros, dissertações e periódicos diversos, além de práticas e ações nesta linha.

Consulta nas Cartas Topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1970) escala 1:50.000 abrangendo o objeto de estudo; documentos e mapas geológicos, geomorfológicos, pedológicos do Projeto Radambrasil, Volume 32 (1983). Nesta etapa, também foi realizada a pesquisa da série histórica das precipitações mensais mais expressivas junto ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2022), identificando nos meses de novembro e dezembro dos anos de 2008 e 2019 valores superiores a 520 milímetros mensais, um dos maiores dos últimos 30 anos.

A partir desta compilação e leituras sobre o assunto, a etapa seguinte tratou da aquisição de Planos de Informações: Corpo d`água (rio, lagoa e oceano) e limite estadual (IBGE 2022); limite municipal, sede municipal, áreas/polígonos com registro de inundação e enxurrada vetorizados pela Defesa Civil / SEDAR (GEOBASES, 2022); Imagens orbitais gratuitas do satélite Landsat-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*) bandas 2-3-4 e 8 (Pan), órbitas/pontos: 216/74 e 216/75 com datas de passagens em 11/07/2019 (vazante), e 18/12/2019 (período após a maior precipitação mensal na

região) às 9:45h (horário central da órbita) no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022); dados de altitude do sensor Aster/GDEM (*Global Digital Elevation Models*), com resolução espacial de 30 metros datados de 17/10/2011 obtidos no sítio do Serviço Geológico Americano (USGS, 2011).

Os critérios adotados para o mapeamento e análise das áreas inundáveis e de enxurradas levaram em conta a integração e dinâmica dos atributos de ordem FÍSICA (relevo, declividades, clima, recursos hídricos, áreas inundáveis, entre outros), BIOLÓGICA (ocorrência de áreas de vegetação e também os locais com atributos naturais expressivos para conservação) e ANTRÓPICA (legislação, uso das terras, considerando também, a articulação com as outras áreas temáticas/ conteúdos que envolvem natureza e sociedade), incorporando geotecnologias SIG, produtos e técnicas de sensoriamento remoto descritos na sequência.

A organização dos dados vetoriais teve início com a criação de um projeto no SIG, de código aberto/gratuito Qgis Desktop 3.12 e a adição dos Planos de Informações abrangendo os municípios da microrregião e adjacências ajustados, quando necessário, no sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS-2000 Zona 24 Sul (IBGE, 2005). Todo o mapeamento elaborado, seguiu a padronização cartográfica segundo propostas de Slocum et. al. (2008) no sentido de desenvolver uma comunicação cartográfica eficiente e objetiva.

Já a organização e tratamento dos dados raster/matricial partiu do Processamento Digital da Imagem (PDI) com a correção atmosférica das cenas, seguido do procedimento de composição, cor natural, da banda 4 associada ao filtro vermelho, banda 3 ao filtro verde e a banda 2 associada ao filtro azul (4R; 3G; 2B), correspondendo respectivamente, aos comprimentos de ondas vermelho, verde e azul.

Após a criação das imagens compostas recorreu-se a técnica de fusão de imagem - *Pan Sharpening* - da banda 8 que consiste, basicamente, em integrar a melhor resolução espacial de 15 metros da banda pancromática preservando o conteúdo/cor seguido do mosaico das imagens dos pontos 074 e 075. Na sequência, foi efetuado o processamento dos dados interferométricos partindo do recorte/extração do dado Aster/GDEM para a área de estudos e adjacências seguido da geração do MDE (Modelo Digital de Elevação) e fusão com a imagem pancromática.

O próximo passo foi o processo de interpretação visual comparando as imagens temporais (Figura 1) através da técnica de fotoidentificação e fotointerpretação seguido da digitalização do alvo de interesse (áreas inundadas em 2019) utilizando a técnica de edição vetorial do SIG.

Nesse procedimento de delimitação foram considerados os elementos básicos de interpretação como: textura, tonalidade/cor, forma, tamanho, padrão, localização e sombra, conforme proposta de Jensen (2009), seguido do cálculo e percentual de área inundada.

Essa técnica de interpretação da imagem tratada possibilitou uma melhor delimitação das áreas inundadas que foram acrescidas com os polígonos de inundação realizados pela Defesa Civil, tendo como resultando final as ***manchas de inundação*** da microrregião que posteriormente foram validadas e aprovadas em fonte/produtos de instituições de renome como Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos no "*Atlas de Vulnerabilidade às Inundações*" (IEMA, 2013) e da Agência Nacional das Águas no "*Relatório da Vulnerabilidade a Inundações do Estado do Espírito Santo*" (ANA, 2014). Cabe salientar, que as *manchas de inundação* evidenciaram novas áreas inundáveis, gerando um produto mais completo e atualizado da microrregião estudada.

Figura 1. Imagens temporais do satélite Landsat-8 na Microrregião Litoral Sul no período de vazante (esquerda) e cheia em dezembro de 2019 (direita). As cores escuras da imagem de 2019 evidenciam os locais inundados na planície que foram vetorizados conforme destaca a imagem abaixo, em azul.

Áreas de inundação e enxurradas: mapeamento e análise

A Microrregião Litoral Sul abrange 4 bacias hidrográficas ou Unidades de Gestão de Recursos Hídricos - UGRH (AGERH, 2020 e 2018), em área da maior para menor, as bacias do rio Itapemirim (6.181,60 km² no ES); o rio Itabapoana (2.696,0 km² no ES); o rio Benevente (1.206,9 km²) e Rio Novo (776,9 km²) cobrindo uma área total de 9.654,5 km² e 20,95% do território Capixaba.

As bacias do Benevente e Rio Novo cobrem quase a totalidade da porção norte da microrregião, envolvendo os trechos Alto, Médio e Baixo Curso, tendo como corredores fluviais principais os rios: Benevente na bacia homônima e Iconha na bacia do Rio Novo, enquanto as bacias hidrográficas Itapemirim e Itabapoana, ambas de domínio federal, cobrem os trechos do médio e baixo curso dos rios homônimos (COELHO, 2015; 2010).

O regime fluvial dos rios que vertem no interior da microrregião normalmente acompanha a pluviosidade (superiores a 1.250 mm/a), sendo marcado por dois períodos: um de vazante, a partir de junho, atingindo mínimas extremas nos meses de agosto e setembro e um de cheia, com os níveis máximos ocorrendo nos meses de novembro a março (IEMA, 2014).

A hipsometria da microrregião, de maneira geral, decresce gradualmente de oeste para leste, apresentando os maiores registros altimétricos a noroeste dos municípios de Alfredo Chaves, Iconha e Rio Novo do Sul, com valor máximo de 1.588 metros. Nos trechos mais elevados e inclinados, na transição da faixa litorânea para áreas interioranas, observa-se a maior incidência de sistemas atmosféricos frontais de frio ou estacionário associados com a formação de nuvens e episódios de chuvas mais severas. Sob essas condições, ocorre o escoamento concentrado das águas nos canais fluviais com trechos de maior velocidade que, consequentemente, repercutem na gênese de inundações e enxurradas em diferentes trechos da microrregião, a exemplo do registro na sede municipal de Iconha em 2020 (Figura 2).

Fonte: Adaptado de Portal Vale Notícias (2020).

Figura 2. Registro das inundações na sede municipal de Iconha em decorrência das fortes chuvas de 17 de janeiro de 2020.

A Figura 3 apresenta o mapa das áreas de inundação e enxurradas integrando os polígonos desses eventos delimitados pela Defesa Civil, em vermelho, e os polígonos em azul das áreas inundadas detectadas pelo sensor multiespectral do satélite Landsat-8 em 18/12/2019 cobrindo uma área total de 13.335,88 hectares, correspondendo 4,79% da área da microrregião de 278.230,17 ha.

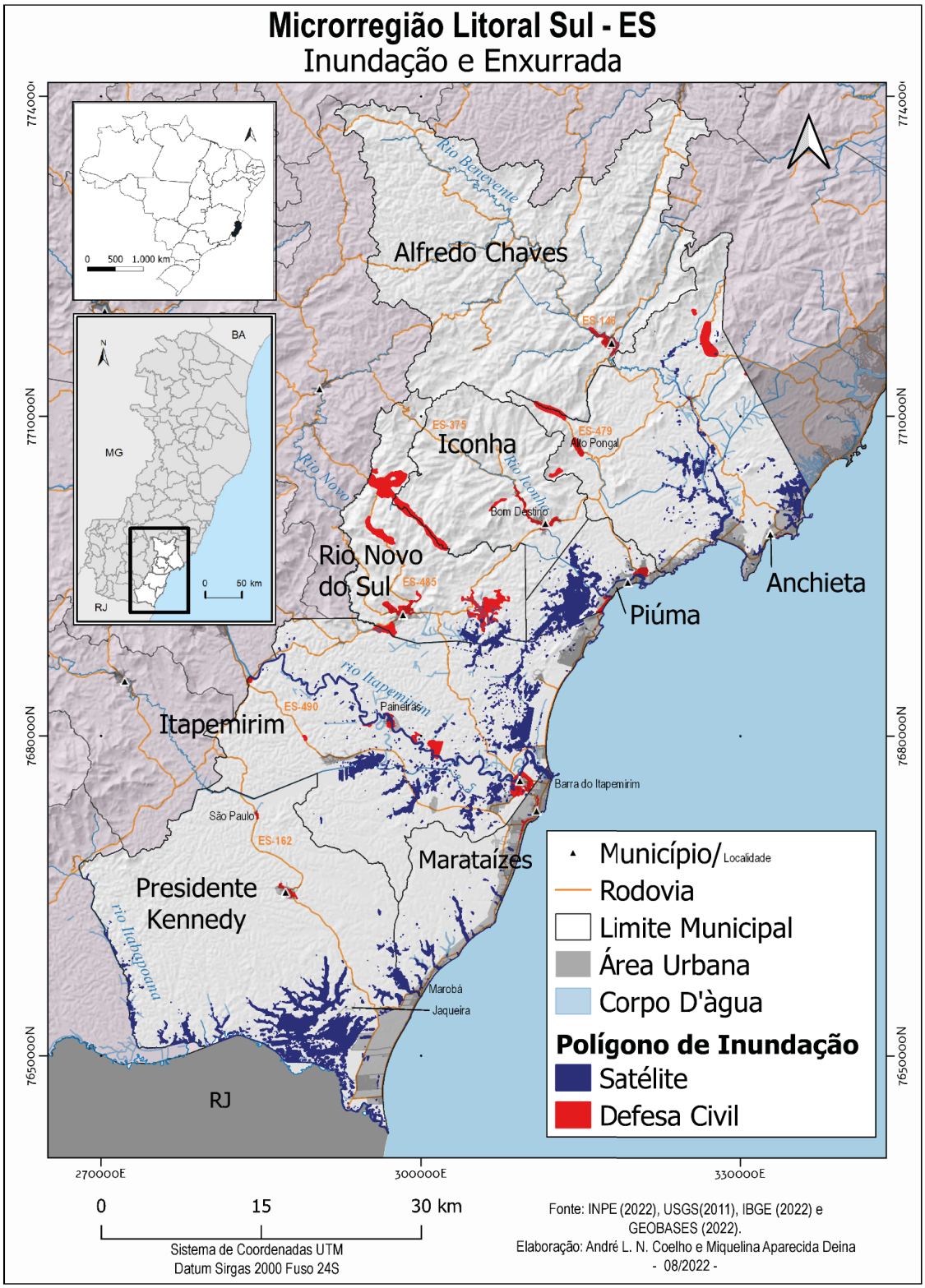


Figura 3. Polígonos de inundações e enxurradas na Microrregião Litoral Sul.

A Tabela 1, acrescida a análise do mapa (Figura 3), apresenta o percentual de inundação e enxurradas por município havendo o destaque para Piúma com 21,30%, Rio Novo do Sul com 8,96%, Presidente Kennedy 6,53% e Itapemirim com 6,04%, respectivamente. Evidencia também, que todas as sedes municipais,

que são caracterizadas por uma maior densidade de população e residências/ indústrias, apresentam trechos susceptíveis a inundações, sobretudo as situadas na faixa litorânea como Piúma, Anchieta, incluído as localidades de Barra do Itapemirim (Marataízes), Jaqueira e Marobá (Presidente Kennedy).

Tabela 1. Área inundável por município e mancha de inundação em área urbana.

Município	Área Municipal (ha)	Área Municipal Inundada (ha)	Percentual Inundado no Município	Mancha de Inundação em parte da Área Urbana
Alfredo Chaves	61.573,77	228,71	0,37%	sim
Anchieta	40.963,17	1.658,70	4,05%	sim
Iconha	20.355,74	358,84	1,76%	sim
Itapemirim	55.065,52	3.324,54	6,04%	sim
Marataízes	13.022,78	476,67	3,66%	sim
Piúma	7.394,07	1.575,09	21,30%	sim
Presidente Kennedy	59.404,91	3.881,36	6,53%	sim
Rio Novo do Sul	20.450,20	1.831,98	8,96%	sim
Totais	**278.230,17**	**13.335,88**		

Além das inundações em porções das sedes municipais, a Figura 3, revela manchas de inundação e enxurrada em trechos rodoviários como a ES-162 em Presidente Kennedy, ES-490 em Itapemirim, ES-485 Rio Novo do Sul, ES-375 em Iconha, ES-479 em Anchieta e, em localidades destacando-se:

- Jabaquara e Alto Pongal no município de Anchieta (COELHO, 2010);
- Bom Destino no município de Iconha (PONTINI; COELHO, 2022);
- Paineiras no município de Itapemirim;
- Localidade de Barra do Itapemirim no município de Marataízes; e,
- Jaqueira, Marobá e São Paulo no município de Presidente Kennedy (COELHO, 2015).

Segundo a DEFESA CIVIL/PEPDEC (2020) parte expressiva dos registros de inundações na microrregião estão associados as chuvas intensas e pela intensificação sazonal do regime de precipitação. Todavia, outras causas que potencializam esse fenômeno resultam do assoreamento do leito dos rios, a compactação e impermeabilização do solo, aterros de planícies alagáveis ou áreas de amortecimento de cheias, o rompimento de barragens ou ainda pela drenagem deficiente de determinadas áreas, a exemplo das planícies fluviomarinhas da microrregião, potencializada por episódios de marés oceânicas de sizígia (COELHO, 2017; 2015).

A Figura 4, evidencia uma dessas práticas inadequadas do uso da terra com potencial para degradação dos solos pela aragem da terra realizada no sentido vertical, favorecendo o surgimento de erosões, ravinas que podem levar,

num futuro próximo, a processos de voçorocamento, colmatagem do relevo local e assoreamento de leitos fluviais com potencial para inundações (GIMENES; GOULART; COELHO, 2020).

Fonte: Foto dos autores (2022).

Figura 4. Foto destacando o processo de aragem do solo potencializando os processos de erosão e colmatagem do terreno imediatamente abaixo (antigo brejo) nas adjacências da Comunidade de Brejo dos Patos – Marataízes.

As planícies que cobrem 21,3% do município de Piúma, em sua maior parte, apresentam atributos naturais relevantes com a ocorrência de sambaquis, sendo naturalmente submetida a eventos recorrentes de inundação durante o verão. Em função dessas características/atributos há o interesse por parte dos governos municipal e estadual a criação da APA Vale do Orobó envolvendo toda a planície fluvial alagada, abrangendo também, as áreas do Monte Aghá e Mata do Orobó (COELHO; NASCIMENTO, 2012).

Já a zona de passagem das cheias do rio Itabapoana (Figura 3) corresponde a uma das paisagens da microrregião mais conservadas com o destaque para os manguezais, ecossistemas adaptados aos movimentos de subida e descida das marés e aos regimes fluviométricos da bacia do Itabapoana. Os impactos – atuais – identificados neste trecho são pouco representativos, resumindo-se apenas a uma pequena área de bosque alterado, localizado à margem direita do rio, decorrente de um processo inicial de expansão urbana da localidade de Itabapoana no Estado do Rio de Janeiro (COELHO, 2015).

A localidade Areinha (em Presidente Kennedy) e a isolada Igreja Nossa Senhora das Neves estão situadas na transição entre o terraço marinho e a área periodicamente inundada (COELHO op. cit.). Particularmente, a Igreja das Neves, recebe centenas de fiéis no mês de agosto, correspondendo a um patrimônio histórico, cultural material e arqueológico. Suas festividades podem ser requeridas como um patrimônio cultural imaterial o que possibilita a inserção da população no contexto da identidade regional, sobretudo, nos municípios no eixo RJ, ES e MG.

Observações Complementares dos Ambientes Inundáveis

As áreas inundadas delimitadas do ponto de vista geológico / geomorfológico abrangem predominantemente terrenos do quaternário, configurando-se em planícies com depósitos aluvionares fluviais e de brejos mais para o interior da microrregião, enquanto adjacentes a linha de costa, observa-se uma maior cobertura dos depósitos fluviomarinhos e marinhos com ocorrência de vegetação de restinga e manguezal (RADAMBRASIL, 1983).

Com relação a sua gênese, a referida área costeira é parte do processo evolutivo das planícies litorâneas quaternárias, sugerido por Dominguez et al. (1981), no trecho entre Macaé (RJ) e Recife (PE), que tem como característica marcante de modelado a presença das planícies fluviolacustres quaternárias.

Em sua proposta, Dominguez et al. (op. cit.) apresenta um modelado dividido em 8 estágios (A a H), representando, em “F”, a formação e evolução das planícies costeiras e fluviomarinhas quaternárias na costa leste do Brasil relacionada a uma série de eventos, sobretudo, das variações eustáticas e climáticas ocorridas no decorrer do período Quaternário.

Este estágio “F” foi caracterizado pelo máximo da última transgressão (Transgressão Santos), ocorrida entre 6.000 e 7.000 anos Ap. com o nível médio relativo do mar chegando próximo ao atual e, a seguir, passou por um máximo, situado a 4 e 5m acima do atual. (Dominguez et al. 1981; e AB`Sáber, 2003). Isto é, no máximo da última transgressão o mar estendia-se além das sedes municipais de Anchieta, Piúma, Marataízes e planícies fluviomarinhas atuais.

Sob a perspectiva geomorfológica, essas planícies englobam os modelados de relevo praticamente planos situados junto à linha de costa, desembocaduras fluviais e fundos de vales interiores representados pelos modelados de acumulação, sendo: *fluviomarinho* (Afm) caracterizado por uma área plana formando planícies, resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e/ou marinha, sujeita a inundações, a exemplo das adjacências da foz do rio Itabapoana, marcadas por uma vegetação de restinga e mangue (RADAMBRASIL, 1987). O segundo modelado de acumulação é o *fluvial* (Af), caracterizado como uma área plana resultante de acumulações fluviais susceptíveis também a inundações periódicas, a exemplo do baixo curso dos rios Itapemirim, Itabapoana, Rio Novo, incluindo áreas urbanas interiores de Iconha, Alfredo Chaves e outras da microrregião edificadas nessas planícies.

As manchas de solos predominantes das áreas inundáveis analisadas são: *Gleissolos Sem Influência Marinha,* caracterizados por solos com argila de atividade alta e baixa saturação de bases (V < 50%) na maior parte dos primeiros 120 cm a partir da superfície do solo. Ocorre também os *Neossolos Flúvicos* formados por sedimentos aluviais com horizonte A sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas

desenvolvidos de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre os extratos. Já os *Gleissolos Com Influência Marinha são* caracterizados por apresentar um horizonte A espesso e escuro sobre horizonte geralmente gleizado, encontrado em áreas planas sujeitas a inundação (lagoas e linha de costa). Destaca-se também os *Gleissolos Tiomórficos* (classificação antiga Glei Tiomórfico) situados nas áreas de mangues apresentando altos teores de enxofre que provoca um grande abaixamento do pH quando o solo se seca (RADAMBRASIL, 1987).

A partir do estudo integrado dos elementos e processos socioambientais na Microrregião Litoral Sul, incorporando o mapeamento realizado (Figura 3), fica evidente a susceptibilidade a eventos sazonais de inundação, constituindo-se em áreas de amortecimento de cheias com dinâmica de escoamento superficial das águas lêntico (de águas semiparadas) nos eventos de precipitações concentradas, a exemplo do mês de dezembro de 2019 revelada pela imagem de sensoriamento remoto (Figura 1).

Constitui-se também a referida região, do ponto de vista ambiental num conjunto de ecossistemas de importância para a reprodução de espécies, sobretudo da fauna, com elevada fragilidade a modificações, a exemplo de solo criado (aterros), dragagens e queimadas. Apresenta ainda um elevado valor histórico-cultural, arqueológico (ocorrência de sambaquis), além do valor cênico como o vale do Itabapoana, manguezais, Monte Aghá somando um conjunto de atributos de elevado potencial para o turismo de contemplação e pesquisas.

Cabe destacar, com base em Cunha (2015) e Huggett (2011), que historicamente as paisagens de planícies fluviais e fluviomarinhas têm sido locais de intervenções humanas, representando um setor de destaque no planejamento e ordenamento territorial/ambiental pelo seu caráter condicionante da própria vida humana, pois envolve não só conhecimentos culturais, mas suas ações com interferências na dinâmica das águas e geoformas fluviais.

Tais intervenções foram significativamente ampliadas nas últimas décadas com o crescimento de cidades ocupando as margens, canalizando corpos d'águas urbanos e, inclusive, as planícies inundáveis. O que se observa atualmente, ao longo da linha de costa espírito-santense, incluindo as planícies fluviais e fluviomarinhas, um processo de transformação da paisagem impulsionado pelos governos Federal, Estadual e Municipais, através de planos, decretos e leis, materializado na ocupação desses ambientes como parte da planície do Itabapoana e planície do rio Benevente em Anchieta (COELHO, 2015; 2011; COELHO; NASCIMENTO, 2012; COELHO; RAMOS; BERGAMASCHI. 2011).

Nessas planícies fluviais, os eventos de inundações configuram-se como uma das principais vulnerabilidades urbanas e rurais, trazendo consequências que se refletem na qualidade das fontes de abastecimento pela contaminação

dos mananciais superficiais e subterrâneos; contaminação das praias adjacentes; erosão e produção de sedimentos e na segurança da população, no caso de inundações urbanas e das doenças veiculadas pela água (IEMA, 2013). Acrescenta-se, em alguns casos, a perda de bens materiais e até perdas humanas em função da intensidade e/ou durabilidade desses eventos.

Em relação aos efeitos ou impactos potenciais, podem ser mencionados uma série, caso ocorra a ocupação e construção de equipamentos industriais/ residenciais e vias nessas planícies. Porém, merece destaque, em especial, os efeitos nos recursos hídricos locais e adjacentes, dada a complexidade da dinâmica das águas superficiais desses ambientes,como: alteração do regime hidrológico e nível do lençol freático em decorrência das mudanças no escoamento superficial e infiltração pela construção de vias, obras de drenagem e parcelamentos; contaminação do lençol freático por efluentes domésticos e/ou industriais, ou ainda por acidente de veículo de carga transportando substâncias tóxicas. Outro fator ainda a ser considerado é a extensão dos efeitos/impactos, pois todo o escoamento das águas superficiais verte em direção aos mangues, além de comprometer a balneabilidade das praias adjacentes.

Ainda com relação aos recursos hídricos, existem outros riscos como os eventos de inundação caso as áreas delimitadas na Figura 3 sejam ocupadas. Mesmo que ocorram obras de engenharia com objetivo de drenar as águas dessas planícies, futuramente a mesma necessitará de manutenção com dragagens periódicas gerando custo extra para o município/união, uma vez que o processo de sedimentação/assoreamento é rápido dada as características de relevo e solos desses ambientes.

A influência da maré é outro importante aspecto de risco à inundação. Mesmo com obras de drenagem e manutenção dos canais em dia, em um evento de marés altas de sizígia, a região pode ser inundada com as águas pluviais, não havendo como escoarem em direção a embocadura.

Exemplo de área com as mesmas características de planícies, parcialmente parcelada, sujeitas a eventos de inundações é a Bacia Hidrográfica do Rio Jucu em porções do seu baixo curso no Município de Vila Velha na Região Metropolitana da Grande Vitória (DEINA; COELHO, 2017), atingindo o bairro Pontal das Garças (Figura 5). Nesses locais de topografia plana e escoamento fluvial lento a elevação da onda de inundação é relativamente rápida, potencializada pela impermeabilização do solo por construções, vias e outras obras de engenharia como diques.

Fonte: Deina e Coelho (2017).

Figura 5. Região do baixo rio Jucu, Município de Vila Velha-ES com morfologia semelhante à área de estudo, sujeita a eventos de inundações como o bairro Pontal das Garças.

É importante registrar que o monitoramento e o conhecimento das áreas de maior susceptibilidade a inundações podem servir de base para o direcionamento de ações de contenção e de prevenção dos desastres dessa natureza, através das pesquisas científicas e de estudos técnicos, considerando a inter-relação entre os aspectos físicos naturais e a forma de uso da terra pela sociedade.

Conclusões

Fundamentado no estudo integrado dos elementos, processos ambientais e sua espacialização na microrregião, torna-se evidente a susceptibilidade a eventos sazonais de inundação. Constitui-se também a referida região diversos ambientes

de importância para a reprodução de espécies, sobretudo da fauna, com elevada fragilidade a modificações a exemplo de solo criado (aterros), dragagens e queimadas.

Apresenta ainda, um elevado valor histórico-cultural imaterial e material como a Igreja das Neves no município de Presidente Kennedy, arqueológico (ocorrência de sambaquis nos municípios litorâneos), somando-se a um conjunto de atributos com elevado valor cênico da microrregião como o "Pantanal Capixaba" em Presidente Kennedy, Monte Aghá (Piúma e Itapemirim), as lagoas de Marataízes entre outros locais com potencial para o turismo de contemplação e pesquisas. Dotada portanto de um conjunto de características, que evidenciam a necessidade de um planejamento e ordenamento ambiental em escala microrregional.

Do ponto de vista jurídico, esses ambientes inundáveis são resguardados por Leis como a Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428, de 22 de dezembro de 2006) e resolução (Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002), portanto não recomendável à expansão do perímetro urbano ou a criação de polo/área industrial.

A proposta de delimitação de área sazonalmente inundada com emprego de imagens de sensoriamento remoto associada aos dados da defesa civil e do uso das geotecnologias de SIG gratuito, se mostrou eficiente oferecendo um produto no qual podem derivar novas informações e proposições, de locais mais susceptíveis a desastres dessa natureza. As imagens de satélites possibilitam entender a distribuição, realizar acompanhamentos sistemáticos e integrar os dados com outras demandas de análises/estudos tratadas sob distintos enfoques acadêmicos, Corpo de Bombeiros e Defesa Civil, podendo as análises serem conjugadas, resultando no aumento da eficiência técnica e econômica dos trabalhos de controle e fiscalização, possível de ser aplicada em regiões que carecem de estudos dessa natureza.

O estudo comprova também que a análise microrregional desse tema possibilita uma visão integrada das maiores ocorrências das inundações e enxurradas rompendo com os estudos setoriais de municípios e, a partir das ações do Conselho de Desenvolvimento Regional da Microrregião Litoral Sul (IJSN, 2020), por exemplo, podem ser estabelecidos diversos estudos/diagnósticos: comparações temporais e espaciais; pesquisas em períodos/datas de interesse; modelagens e análises espaciais; integração com outros dados/informações territoriais, subsidiando a elaboração de planos/ações que reduzam os impactos desses eventos (resiliência da paisagem) e suporte nas operações de fiscalização visando a redução de ocorrências dessa natureza.

Os Conselhos de Desenvolvimento Regional Sustentável (CDRS), formalmente instituídos por decreto estadual, podem ainda implementar e difundir outros projetos/programas que tenham aderência ao tema de recursos hídricos, sobretudo os de resultados alcançados como: 1) Estender os programas de

conservação da cobertura florestal da Microrregião como o Programa Reflorestar e capacitar os Agentes de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) para elaborarem e acompanharem a execução de projetos economicamente viáveis; 2) Estender os programas de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA); 3) Estimular o desenvolvimento de programas de educação ambiental crítica (formal e informal) nas microrregiões, 4) Capacitar agentes para o uso de geotecnologias como SIG e Sensoriamento Remoto nos estudos de inundações, entre outros.

Os produtos derivados dessa análise também podem contribuir para a revisão/elaboração de projetos como o plano diretor para redução de riscos, além de proporcionar subsídios para análises espaciais, estatísticas e temporais dessas ocorrências e para os estudos dos efeitos ecológicos, atmosféricos e de mudanças climáticas, pois no presente estudo considerou-se as peculiaridades e particularidades socioambientais do território microrregional através de dados, informações e softwares acessíveis e gratuitos.

Notas

3 A Microrregião Litoral Sul, conforme Lei Estadual nº 9.768/2011, é composta por oito municípios que ocupam 6,05% do território do estado do Espírito Santo. Cinco fazem limite com o Oceano Atlântico sendo: Anchieta, Piúma, Itapemirim, Marataízes e Presidente Kennedy. Os outros municípios são Alfredo Chaves, Rio Novo do Sul e Iconha (Figuras 1 e 3).

4 O referencial teórico deste estudo está fundamentado na análise integrada evolvendo os conceitos de Espaço Total (AB`SÁBER, 2002), Ecodinâmica (TRICART, 1976 e 1977); Geossistema (BERTRAND, 1971) e Ecogeografia (ROSS, 2009), adaptada à realidade socioambiental da microrregião, tendo em comum entre estas referências, a perspectiva tempo-espacial e a integração dos elementos/atributos socioambientais presentes no território, permitindo uma investigação temporal (dinâmica) e espacial das fragilidades como as inundações através da conjugação dos atributos (físicos, biológicos e antrópicos), alcançando um estudo mais completo dos processos físicos e socioeconômicos contemporâneos (ROSS, 2009).

5 Software de SIG gratuito popular, de código-fonte aberto, multilinguagem, multiplataforma (SIG, SR, GPS, Tabela Excel). Utiliza aplicações externas como Grass, GDAL e SAGA e possibilita a instalação de complementos/plugins. Ex.: OpenLayers, QuickMapService, Semi-Automatic Classification, entre outros.

6 O Atlas de Inundações no Estado do Espírito Santo (IEMA, 2013) trata a vulnerabilidade às inundações como uma variável resultante do cruzamento das informações relativas ao impacto e a frequência de ocorrência, sendo o impacto é definido em função da existência de danos à vida e às propriedades e da

interrupção dos serviços públicos e privados e a ocorrência retrata a frequência de inundações (Nota Técnica nº 01/2011/SUM/ANA).

7 Estado do Espírito Santo é dividido em 8 UGRHs - Unidades de Gestão de Recursos Hídricos por meio da Resolução do Conselho Estadual de recursos hídricos – CERH nº 001/2009.

8 Bacias hidrográficas de domínio da União/Federal, são aquelas que passam por mais de um Estado brasileiro ou por território estrangeiro, conforme Agência Nacional de Águas (ANA, 2020).

9 Coelho, Ramos e Bergamaschi (2011) identificam após o evento de precipitação extremo uma área inundada correspondente a 28,95% do total do território com o uso de imagens CBERS-2B/CCD.

10 O Tiomorfismo é uma particularidade de hidromorfismo, indica alterações morfológicas e químicas nos solos, impostas pelo excesso de água no perfil (encharcamento). Nestas condições o arejamento torna-se deficiente o que condiciona lenta decomposição da matéria orgânica por microrganismos anaeróbios, provocando seu acúmulo. Estes organismos transferem elétrons do carbono orgânico para outros elementos como o ferro e o manganês, reduzindo-os. Na forma reduzida estes elementos são mais solúveis, portanto, mais móveis no perfil, podendo inclusive, causar toxidez para as plantas. A ausência de Fe3+ (forma oxidada) ou o predomínio de Fe2+ (forma reduzida) faz com que o solo desenvolva cores acinzentadas (gleizadas, daí o nome gleização também usado para este processo) abaixo de um horizonte mais escuro rico em matéria orgânica. Os solos tiomórficos caracterizam-se por altos teores de enxofre sob a forma de sulfetos exalando um mau cheiro característico e ocorrem em depressões litorâneas e manguezais como a da área estudada (Resende et. al, 2007).

11 Em relação ao uso e cobertura da terra, segundo dados do IJSN (2015), na porção rural é predominantemente representado pela Pastagem com 48,8% seguido da Mata Nativa e em Estado de Regeneração com 20.06%, sendo 15,3% (424,9 km²) coberta por mata nativa, 5,3% (147 km²) por mata nativa em estágio inicial de regeneração, 0,6% (18,1km²) e 0,3% (9,2 km²) por restinga e mangue (IJSN, 2020) respectivamente. Em nível municipal há o destaque para Alfredo Chaves que cobre 38,8% (238,9 km²) da mata nativa da microrregião Litoral Sul (IJSN, 2020), área muito superior se comparada aos valores dos demais municípios, cujas áreas variam entre 0,4% (0,5 km²) em Marataízes e 14% (28,7 km²) em Rio Novo do Sul.

12 Decreto Estadual (Espírito Santo) Nº 4.701- R, de 30 de julho de 2020. Regulamenta a constituição dos Conselhos de Desenvolvimento Regional Sustentável - CDRSs, em conformidade com o art. 7º da Lei nº 9.768, de 26 de dezembro de 2011 que dispõe sobre a definição das Microrregiões e Macrorregiões de Planejamento no Estado do Espírito Santo (Brasil), e dá outras providências.

Referências

AB`SÁBER, Aziz Nacib, Bases Conceptuais e o Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos, In: MÜLLER-PLANTENBERG, Clarita e AB`SÁBER, Aziz N. (orgs.) **Previsão de Impactos**: O Estudo de Impacto Ambiental no Leste Oeste e Sul, Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha. 2ª ed., São Paulo, Editora da USP, 2002, pp. 28 – 49.

AB`SÁBER, Aziz Nacib, **Domínios de Natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas, São Paulo, Ed. Ateliê Editorial. 2003, 160p.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - AGERH. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Espírito Santo** (bacias Benevente, Rio Novo, Itapemirim e Itabapoana). Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/planos-enquadramento>. Acesso em: 2 mai. 2020.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS- AGERH. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo** - PERH/ES. Vitória, 2018.

ANA - Agência Nacional das Águas. **Vulnerabilidade a Inundações do Estado do Espírito Santo**, 2014. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?uuid=2cbc59f2-e09f-4c19-9bd6-9f05d70cdd02>. Acesso em: 5 jul. 2022.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.428,** de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica (Lei da Mata Atlântica).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA 303 de 20/03/2002** - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil**: estudos de riscos e medicina de desastres. Brasília: Sedec, 2005.

COELHO, A. L. N.; NASCIMENTO, F. H. Delimitação de Área Sazonalmente Inundável no Baixo Curso do rio Iconha Piúma – ES - BRASIL. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012. **Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. v. 1. p. 1-5.

COELHO, André L. N.; GIMENES, Ana. C. W.; GOULART, Antônio C. O. Geotecnologias Aplicadas a Análise Espaço-Temporal das Queimadas e Incêndios em Escala Estadual: Conhecer para prevenir. In: Lourenço Magnoni Junior, Carlos Machado de Freitas, Eymar Silva Sampaio Lopes, Gláucia Rachel Branco Castro, Humberto Alves Barbosa, Luciana Resende Londe, Maria da Graça Mello Magnoni, Rosicler Sasso Silva, Tabita Teixeira e Wellington dos

Santos Figue. (Org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2ed. São Paulo: CPS, 2020, v. 1, p. 372-389.

COELHO, André Luiz Nascentes. Método de Análise Hierárquica (AHP) Aplicado a Inundação Urbana Após Evento de Chuva Concentrado. **GEOFOCUS** (MADRID), v.20, p.183 - 199, 2017.

COELHO, André Luiz Nascentes. Uso de Produtos de Sensoriamento Remoto para Delimitação de Área Efetivamente Inundável: Estudo de caso do baixo curso do rio Benevente: Anchieta - ES. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 4, p. 53-63, 2010.

COELHO, André Luiz Nascentes. Uso de Produtos OLI/Landsat-8 e GDEM/Aster na Avaliação da Dinâmica das Águas Superficiais na Planície do Baixo Itabapoana – Brasil. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa, PB. **Anais do 17 Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa, PB, 25 - 29 de abril de 2015. SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP: INPE, 2015. v. 1. p. 178-184.

COELHO, André Luiz Nascentes; FREIRE, Ana Lucy Oliveira Geomorfologia e Planejamento Socioambiental na Planície do Rio Itabapoana RJ/ES. **Revista Geonorte**, v.10, p.438 - 443, 2014.

COELHO, André Luiz Nascentes; RAMOS A. L. D.; BERGAMASCHI. R. B. Uso Imagens Temporais CBERS-2B/CCD para Zoneamento de Área Sazonalmente Inundável no Município de Piúma – ES: uma proposta metodológica. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2011, Curitiba – PR. **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. São José dos Campos - SP: MCT/INPE, 2011. v.1. p.2538 – 2545.

CUNHA, Sandra B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia uma Base de Atualização e Conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. pp. 211-252.

DEFESA CIVIL ES/PEPDEC. **Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil 2020**. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Acesso%20R%C3%A1pido/PEPDEC%20-%20SITE.pdf>. Acesso em: setembro de 2020.

DEINA, M. A.; COELHO, A. L. N. Fragilidade Emergente a Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Jucu/ES In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos - SP. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, 2017. v.1. p.150 – 157.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, nº 11, 1981, p. 225-237.

GEOBASES - SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO: **GEO-DADOS**, 2022. Disponível em: https://ide.geobases.es.gov.br. Acesso em: 2 Ago. 2022.

HUGGETT, Richard John. Fluvial Landscapes, in___. **Fundamentals o Geomorphology**, Third Edition. Taylor & Francis e-Library, 2011. pp. 187 – 246.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas Topográficas escala 1:50.000** - Presidente Kennedy - SF-24-G-II-2; Itapemirim - SF-24-H-I-1; Barra Seca - SF-24-G-II-4; Itabapoama - SF-24-H-I-3, Década de 70.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Resolução IBGE nº 1/2005 que altera a caracterização do referencial geodésico brasileiro**. SIRGAS-2000 (2005).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas Interativos do IBGE (2022)**: Base de Dados Geográficos. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 jul. 2022.

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente. **Unidades Administrativas de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo**, 2014.

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. **Diagnóstico da Microrregião Litoral Sul**: Relatório Técnico Projeto Desenvolvimento Regional Sustentável – DRS – ARRANJO 1, 2020.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Dados de Estações Climatológicas do Estado do Espírito Santo e, Dados e Informações referentes chuvas intensas**, 2022.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – IEMA. **Atlas de Vulnerabilidade às Inundações no Estado do Espírito Santo**. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de Imagens** – Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8, órbitas/pontos: 216/74 e 216/75. Datas de passagem 11/07/2019 e 18/11/2019. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>. Acesso em: 5 jul. 2022.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres, São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

KOBIYAMA, M et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Florianópolis: Ed. Organic Trading, 2006. 122p.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. tradução Hermann Kux, São Paulo: Oficina de Textos. 2009. 424 p.

PONTINI, V. V.; COELHO, A. L. N. Aspectos Físico-Sociais das Inundações e Enxurradas na Sub-Bacia de Drenagem do Rio Iconha, Estado do Espírito Santo. **Caminhos de Geografia**, 23 (86), 2022, 139–155.

PORTAL VALE NOTÍCIAS, 22 jan. 2020. Disponível em: <https://www.portalvalenoticias.com.br/noticia/994/cidades-do-es-entram-em-estado-de-calamidade-publica-apos-enchentes>. Acesso em: 26 ago. 2020.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. v. 32, Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro / Vitória. Rio de Janeiro: IBGE/Ministério das minas e energia – Secretaria Geral. 1983. 775 p.

RESENDE, Mauro; CURI, Nilton; REZENDE, Sérvulo B. de; CORRÊA, Gilberto F. **Pedologia**: Base para Distinção de Ambientes, 5 ed. Editora: Ufla, 2007, 322p.

ROSS, J. Paisagem, Configuração Territorial e Espaço Total: interação da sociedade com a natureza In: **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo. Ed. Oficina de Textos, 2009. p. 47 – 61.

SAUSEN T. S.; NARVAES, I. S. Sensoriamento Remoto para Inundação e Enxurrada. In: SAUSEN T. S. e LACRUZ, M. S. P. (Orgs.) **Sensoriamento Remoto para Desastres**, São Paulo: Oficina de textos, 2015. p. 119-147.

SLOCUM, Terry et al. **Thematic Cartography and Geovisualization**. 3rd ed. [S.l.: s.n.], 2008. (Ph. Series in Geographic Information Science).

TRICART, J. A Geomorfologia nos Estudos Integrados de Ordenação do Meio Natural. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, 1976, pp. 15 – 42.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

USGS - GeologicalSurvey / Serviço Geológico Americano. **Dados de Altitude Satélite Aster (2011)**. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 10 jun. 2015.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

OS PROCESSOS EROSIVOS DE ORIGEM CONTINENTAL EM ESPAÇOS URBANOS E RURAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO: ASPECTOS CONCEITUAIS E ESTUDOS DE CASOS

EROSIVE PROCESSES OF CONTINENTAL ORIGIN IN URBAN AND RURAL SPACES IN THE STATE OF SÃO PAULO: CONCEPTUAL ASPECTS AND CASE STUDIES

Jair Santoro[1]
Eduardo Schmid Braga[2]

Introdução

Os processos erosivos causados pela água das chuvas ocorrem na maior parte da superfície da terra, principalmente nas regiões de clima tropical, onde as chuvas atingem índices pluviométricos elevados. A erosão continental é agravada pela concentração das chuvas num determinado período do ano que, normalmente na Região Sudeste do Brasil, corresponde à primavera e ao verão.

No Estado de São Paulo a erosão tem gerado enormes prejuízos para a sociedade, em função da perda, tanto de solos agricultáveis, quanto de investimentos públicos em obras de infraestrutura, visando a recuperação de áreas urbanas ou em urbanização, degradadas pela erosão (SANTORO, 1991, 2000).

Com relação à erosão das terras agrícolas, estima-se que 80% (SANTORO, 1991) das terras cultivadas do Estado de São Paulo estejam passando por processos erosivos além dos limites de sua recuperação. Hoje, muitas terras já se encontram em estado irrecuperável a curto e médio prazo. O solo só se recomporá espontaneamente em centenas de anos.

1 Graduado em Geologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1983), Mestrado em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1991), Doutorado em Geociências e Meio Ambiente - UNESP/ Rio Claro- Instituto de Geociências (2000). Atualmente é Pesquisador Científico VI aposentado do Instituto de Pesquisas Ambientais do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2763-0013. E-mail: jairsantor@yahoo.com.br
2 Graduado em Geografia pela Faculdade de Filosofia e Letras da Fundação Santo André (2008), Mestrando em Geografia Física pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (2022). Atualmente é Assistente Técnico de Pesquisa Científica e Tecnológica II do Instituto de Pesquisas Ambientais do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5837-5217. E-mail: edubraga@sp.gov.br.

Figura 1. Ocorrência de boçoroca em área do município de Hortolândia - SP, registrada em 2014.

Por outro lado, o impacto da erosão nos recursos hídricos já se manifesta por meio do assoreamento de cursos d'água e reservatórios. A erosão e o assoreamento trazem como uma de suas consequências uma maior frequência e intensidade de enchentes danosas. Outra consequência grave é a perda de capacidade de armazenamento d'água de reservatórios assoreados, que gera sérios problemas de abastecimento. Estes problemas exigem obras de regularização e desassoreamento, ou seja, mais investimentos do poder público (SANTORO, 1991, 2000).

Este quadro de desequilíbrio da natureza permanecerá enquanto a ocupação agrícola não respeitar a capacidade de uso das terras e não adotar práticas conservacionistas adequadas; enquanto as expansões e ocupações urbanas não forem planejadas, respeitando claros limites naturais; enquanto as obras de infraestrutura, como a malha viária do Estado, não forem objeto dos devidos cuidados de implantação e conservação, ou seja, enquanto não for implantada uma política global para o Estado, integrando ações de combate à erosão continental urbana e rural que possam ser priorizadas ao nível preventivo e corretivo.

É possível prever o desencadeamento e a evolução dos processos erosivos, e para esta previsão é necessário conhecer as terras que tem diferentes potencialidades para os diferentes usos e diferentes suscetibilidades à erosão.

O conhecimento do meio físico, de seus recursos de água, solo e clima, suas potencialidades e limitações, constitui a base técnica sobre a qual o poder público deve estabelecer as medidas preventivas para o combate à erosão.

Portanto, tanto a prevenção quanto a correção dos processos erosivos têm seu sucesso ligado diretamente à diagnose do problema com a realização principalmente

de estudos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, climáticos e hidrológicos das áreas afetadas e a caracterização da dinâmica do seu processo de evolução.

Conceituação do fenômeno de erosão

Entende-se por erosão o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (IPT, 1986).

Com relação aos processos erosivos decorrentes da ação da água destacam-se dois tipos principais, de acordo com a forma como ocorre o escoamento das águas superficiais em áreas continentais: a erosão laminar ou em lençol é produzida por escoamento difuso das águas de chuva, e a erosão linear, quando devido à concentração do escoamento superficial, resulta em incisões na superfície do terreno, em forma de sulcos que podem evoluir por aprofundamento, formando ravinas.

No entanto, se a erosão se desenvolve não somente pela contribuição das águas superficiais, mas também por meio das águas subsuperficiais, incluindo o lençol freático, ocorre a presença do processo conhecido por boçoroca ou vossoroca, incluindo fenômenos de “piping” (erosão interna ou tubular).

O “piping” se dá pela remoção de partículas do interior do solo, formando canais que aumentam em sentido contrário ao do fluxo d’água, provocando colapsos do terreno, com desabamentos que alargam a boçoroca ou criam novos ramos. Devido a essa ação do fluxo de água subsuperficial, a boçoroca é um processo erosivo continental com alto poder destrutivo no qual atuam diversos fenômenos: erosão superficial, erosão interna, solapamentos, desabamentos e escorregamentos (SALOMÃO; IWASA, 1995). A contenção destes processos é bastante difícil, em geral, necessitam de obras de grande porte (SANTORO, 1991, 2000).

Erosão laminar acontece quando a água escoa uniformemente pela superfície do terreno, transportando as partículas de solo, sem formar canais definidos. Apesar de ser uma forma mais amena de erosão, é responsável por grandes prejuízos às terras agrícolas e pelo fornecimento de grande quantidade de sedimentos que assoreiam rios, lagos e represas.

A **erosão linear** é aquela causada pela concentração do escoamento superficial e de fluxos d’água em forma de filetes. Sua evolução dá origem a três tipos diferentes de erosão:

Sulco é um tipo de erosão no qual o fluxo d’água ao atingir maior volume transporta maior quantidade de partículas, formando incisões na superfície de até 0,5 m de profundidade e perpendiculares às curvas de nível;

> **Ravinas** são formas erosivas lineares com profundidade maior que 0,5 m, neste caso as águas do escoamento superficial escavam o solo até seus horizontes inferiores; possuem forma retilínea, alongada e estreita; **Boçoroca** é a forma mais complexa de erosão linear, neste caso ocorre o aprofundamento da erosão até atingir o nível freático que aflora no fundo do canal. Há, então, ação combinada das águas do escoamento superficial e subterrâneo, o que condiciona uma evolução da erosão lateral e longitudinalmente
>
> (PROIN/CAPES; UNESP/IGCE, 1999).

Fatores naturais que influenciam a erosão

De uma maneira geral, em quase todo solo removido pela erosão, há necessidade da presença da água agindo sobre o terreno. Esta água que cai sob forma de chuva exerce a ação erosiva sobre o solo. Estando desprotegido de vegetação ou mesmo das práticas conservacionistas, o solo sofre uma ação de desagregação com o impacto da gota de chuva, que depois o arrasta, principalmente nos primeiros minutos da chuva. A quantidade de solo removido depende muito das características do solo, da declividade do terreno e da intensidade e duração da chuva.

Os diferentes fatores intervenientes no fenômeno da erosão continental podem ser analisados dentro dos seguintes itens: clima, cobertura vegetal, relevo e tipo de solo (SANTORO, 2012).

Clima

Dos fatores climáticos, o mais importante é sem dúvida a precipitação. A principal influência da precipitação no processo erosivo continental não é considerada apenas pela quantidade anual de chuva, mas principalmente pela distribuição das chuvas durante o ano, mais ou menos regular, no tempo e no espaço, e sua intensidade e duração (SANTORO, 1991).

Assim nas regiões de precipitação abundante e regularmente distribuída, há geralmente a formação de solos profundos e permeáveis que resistem bem à erosão. Nestes solos desenvolvem-se florestas mais densas que os protegem totalmente do impacto das chuvas e retém facilmente os materiais removidos pelo escoamento superficial.

Nas regiões em que as chuvas são mal distribuídas, havendo um período seco como acontece nas regiões subtropicais, onde se encontra a maior parte da área cultivada do Brasil, é bastante desastrosa a ação das chuvas da primavera

e do verão que encontram o solo desprotegido pelos cultivos, provocando bastante erosão. No Estado de São Paulo, as chuvas mais intensas acontecem no verão. Neste período do ano, em que são frequentes os temporais e pancadas de chuvas fortes, ocorre uma aceleração dos processos erosivos continentais. Áreas desprotegidas desenvolvem erosão laminar e em sulcos. Ravinas e boçorocas avançam rapidamente, podendo gerar situações de risco ao atingirem áreas urbanas, com danos a moradias e vias de acesso.

Cobertura vegetal

A cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra os processos erosivos. Entre os principais efeitos da cobertura vegetal na proteção do solo, Bertoni e Lombardi Neto (1990), destacam os seguintes:

- Proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva;
- Dispersão e interceptação das gotas d'água antes que atinjam o solo;
- Ação das raízes das plantas, formando poros e canais que aumentam a infiltração da água;
- Ação da matéria orgânica que incorporada ao solo melhora sua estrutura e aumenta sua capacidade de retenção de água;
- Diminuição da energia do escoamento superficial devido ao atrito na superfície.

Relevo

Os fatores associados ao relevo que interferem nos processos erosivos são principalmente os relativos à declividade dos terrenos, às formas das vertentes (encostas) e à extensão da vertente.

A declividade tem influência decisiva na intensidade da erosão em áreas continentais. A relação entre o aumento da declividade e o incremento da erosão, de acordo com as normas de conservação do solo, constitui para certos terrenos fator limitante da agricultura. Duley e Hays (apud AYRES, 1976), em experiências feitas em estufas e no campo, observaram que o escoamento aumenta rapidamente entre 0 e 3% de declive e, daí em diante, o seu aumento é relativamente menor para cada 1% de acréscimo na declividade.

O aumento da declividade de uma vertente provoca o aumento da velocidade do escoamento superficial e, como consequência, cresce também a sua capacidade erosiva, passando a retirar do solo, partículas e materiais mais grosseiros que a argila e o silte. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), o volume e a velocidade das enxurradas dependem diretamente do grau de declive da vertente. Por exemplo, se o declive do terreno aumenta quatro vezes,

a velocidade do fluxo do escoamento superficial na erosão continental aumenta duas vezes e a capacidade erosiva quadruplica.

A extensão da vertente ou comprimento da rampa também é um fator importante, pois à medida que aumenta a distância percorrida pelo fluxo, há um acréscimo no volume de água, bem como um aumento progressivo da velocidade de escoamento. Assim, quanto maior o comprimento de rampa maior o volume da enxurrada, que por sua vez, provoca aumento da energia cinética resultando em maior erosão (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Quando se considera a forma da encosta, observa-se que as vertentes com formas côncavas, por serem concentradoras do escoamento superficial na erosão continental, são as mais estritamente relacionadas à formação de boçorocas. Em estudo na Depressão Periférica Paulista, abrangendo a região de Casa Branca, Piracicaba, Rio Claro, São Pedro e Itirapina, Oka-Fiori e Soares (1976), verificaram que 95% das boçorocas se desenvolviam em encostas côncavas (SANTORO, 1991).

Tipos de solo

As variáveis físicas do solo, principalmente textura, estrutura, permeabilidade, profundidade e densidade, e as características químicas, biológicas e mineralógicas, exercem diferentes influências na erosão continental, ao conferir maior ou menor resistência à ação das águas.

A profundidade do solo tem grande influência na evolução da infiltração da água. Nos solos pouco profundos, de acordo com sua permeabilidade, a água encontra uma barreira intransponível na rocha matriz que ocorre a pequena profundidade, a qual sendo impermeável fará com que a água se acumule no perfil, saturando-o rapidamente. Isto permitirá o rápido aumento do escoamento superficial, tendo como consequência, o incremento da ação erosiva da chuva.

Os solos profundos, com textura mais ou menos homogênea em todo o seu perfil e com alta permeabilidade, não são facilmente saturados, mesmo em face de precipitações intensas. Estes solos são, portanto, menos sujeitos à erosão continental.

Há solos, entretanto, que apresentam uma variação muita intensa de textura nas diferentes camadas de seus perfis. Isto acarreta diferenças nas velocidades de infiltração a diversas profundidades, o que poderá torná-los facilmente erodíveis.

A permeabilidade, segundo Rubia e Blasco (apud BRAUN, 1961), é um fator importante no processo erosivo. Baixas permeabilidades acarretam aumento do escoamento superficial. No entanto, uma permeabilidade muito elevada pode ter também um efeito prejudicial, pois causa percolação excessiva provocando

a erosão vertical, que é a lixiviação (transporte) das partículas menores do solo para as camadas inferiores.

A estrutura do solo de acordo com o grau de estabilidade que possui, isto é, a maior ou menor facilidade de formar agregados estáveis, tem importante influência na erodibilidade de um determinado solo. Isto depende, da quantidade de argila, húmus e outros elementos coloidais presentes no solo.

A erodibilidade indica a facilidade com que um determinado solo pode ser erodido, é uma característica intrínseca do solo. Solos mais arenosos, em geral, são mais facilmente erodidos que solos argilosos. Assim, o conjunto das características dos solos, que, em grande parte depende da rocha de origem (substrato rochoso) e de sua evolução ao longo do tempo, sob ação do clima e das formações vegetais, determinam a suscetibilidade dos terrenos à erosão continental.

Condicionantes antrópicos

A ação humana interfere na dinâmica natural do sistema ambiental, normalmente acelerando a velocidade de mudança de sua condição natural. A degradação acelerada das terras é indicativa de uso e manejo mal conduzido que comprometem a sua manutenção, bem como o seu potencial para usos futuros. A erosão acelerada do solo provoca a perda de materiais, em especial de nutrientes e de matéria orgânica, desorganizando sua estrutura e levando a degradação deste importante recurso natural. Além disso, a erosão acelerada é considerada por diversos pesquisadores como sendo o processo que mais contribui para a degradação das terras produtivas em todo o mundo (WEILL; PIRES NETO, 2007).

De acordo com estes autores, os principais fatores que atuam na aceleração do processo erosivo continental, em áreas agrícolas, são entre outros, a retirada da vegetação natural para uso agropecuário, o manejo inadequado de solos produtivos, o uso intensivo das terras com alta suscetibilidade à erosão e, sobretudo, a falta de planejamento do uso e ocupação do solo.

Nas áreas urbanas, a erosão continental avança agressivamente nos setores de expansão das cidades, por meio da abertura de novos loteamentos, os quais exigem para a sua implantação, grande movimentação e exposição de solos. Estes terrenos, sem a proteção da cobertura vegetal e das camadas superficiais do solo, tornam-se vulneráveis à ação das chuvas e do escoamento superficial das águas pluviais, propiciando a instalação da erosão acelerada. Associados aos aspectos da implantação destes empreendimentos, a escolha de locais geotecnicamente inadequados, a falta de infraestrutura urbana, traçado inadequado do sistema viário e sistemas de drenagem mal concebidos e mal executados aceleram a ocorrência dos processos erosivos (SANTORO, 2000).

Assim, as formas de intervenção humana que propiciam a erosão continental acelerada e que são denominadas de **condicionantes antrópicos** incluem:

- Desmatamento;
- Movimentação de terra;
- Concentração do escoamento superficial das águas;
- Uso inadequado dos solos agrícolas e urbanos.

Danos provocados pela erosão continental

A evolução dos processos erosivos atinge o ponto de maior gravidade quando surgem sulcos, ravinas e boçorocas, que são capazes de mobilizar grandes quantidades de solo e destruir áreas urbanas, terras agrícolas e obras civis. A erosão hídrica, conforme El-Swaify (apud WEILL; PIRES NETO, 2007) é responsável por aproximadamente 55% dos quase dois bilhões de hectares de solos degradados no mundo.

Além da perda de solos, os processos erosivos causam outras consequências, como por exemplo: limitação da expansão urbana, interrupção do tráfego, transporte de substâncias poluentes agregadas aos sedimentos, desenvolvimento de focos de doenças, e assoreamento de drenagens. A erosão laminar carreia os sedimentos mais finos e, apesar de ser uma forma mais amena de erosão, é responsável por graves prejuízos às terras agrícolas e por provocar grandes assoreamentos pelo transporte de sedimentos para rios, lagos e represas.

Um dos mais graves impactos da erosão no meio ambiente, o assoreamento (Figura 2) altera as condições hidráulicas dos corpos d'água, provocando enchentes, diminuição da capacidade de armazenamento, destruição de ecossistemas devido ao carreamento de poluentes químicos e prejuízos para o abastecimento e produção de energia (SALOMÃO; IWASA, 1995).

Figura 2. Assoreamento em corpo d'água, no município de Avaré em SP, registrada em 2019. Observar o solo arenoso depositado no pé do talude.

A erosão pluvial linear é provocada pela retirada de material da parte superficial do solo pelas águas de chuva. O impacto das gotas d'água sobre o solo provoca a desagregação de seus torrões, permitindo que o fluxo superficial transporte as partículas de solo (sedimentos) e os sais dissolvidos. As principais formas de erosão continental pluvial são: erosão laminar, sulcos, ravinas e boçorocas.

As ravinas, que resultam da evolução de sulcos erosivos, podem atingir rapidamente alguns metros de profundidade. Como seu avanço é muito rápido, acarretam graves prejuízos podendo levar a total destruição de grandes superfícies de terras agrícolas se não for combatida a tempo (Figura 3). São responsáveis também pelo rápido assoreamento das várzeas, dos leitos fluviais, lagos e represas, facilitando o transbordamento das águas de seus cursos e provocando inundações.

Figura 3. Presença de ravina em cabeceira de boçoroca no município de Monte Alto-SP, registrada em 2016.

Com o aprofundamento do processo erosivo linear, as ravinas podem atingir o lençol freático. Quando isto acontece, o fluxo natural da água subterrânea passa a atuar como transportador das partículas do fundo da ravina, solapando sua base e provocando o desmoronamento da cabeceira, no processo conhecido como erosão remontante. A feição dela resultante é conhecida como boçoroca ou vossoroca. O fenômeno de “piping” (erosão interna que provoca a remoção de partículas do interior do solo, formando “tubos” vazios), que provoca colapsos e escorregamentos laterais do terreno, alargando a boçoroca ou criando novos ramos, ocorre quando a boçoroca atinge o seu limite de profundidade e passa a interceptar o lençol freático. Além deste mecanismo, as surgências d’água nos pés dos taludes da boçoroca provocam sua instabilização e descalçamento (GUERRA; CUNHA, 2000).

Figura 4. Ocorrência de boçoroca em área rural do município de Avaré-SP, observada em 2019.

A boçoroca resulta desta complexa interação de fenômenos que se manifestam nas grandes dimensões deste tipo de erosão (até dezenas de metros de largura e profundidade, com várias centenas de metros de comprimento) e na grande velocidade de avanço. A rápida evolução dos ramos ativos confere a esta forma de erosão continental, um alto potencial de destruição que pode atingir edificações, estradas e obras públicas (DAEE-IPT, 1989).

Estudos de casos

Como abordado anteriormente, o impacto da erosão continental acelerada provoca a degradação dos solos e comprometimento da qualidade ambiental. Entretanto, quando atinge áreas urbanas torna-se um grave perigo, podendo colocar a população em risco.

Após a apresentação dos aspectos conceituais associados aos processos erosivos, abordaremos através de estudos de casos a ocorrência de processos comprometendo áreas urbanas e rurais conforme mostrado anteriormente.

Ressaltamos que estes estudos de casos que apresentaremos como exemplos, foram demandas encaminhadas ao Instituto Geológico para a análise dos problemas e a execução de Parecer Técnico apontando as intervenções técnicas mais adequadas para cada situação.

O primeiro caso trata-se de uma solicitação do Ministério Público do Estado de São Paulo/Promotoria de Justiça do Meio Ambiente de Bauru - SP, encaminhada ao Instituto Geológico, a qual tinha como objetivo instruir procedimento sobre a ocorrência/existência de assoreamento no reservatório de água existente no Residencial “Spazio Verde”, em Bauru-SP.

Foi realizada vistoria técnica nos dias 21 e 22 de setembro de 2017 (Figuras 5 e 6). Durante os trabalhos foi informado que o assoreamento do lago teria iniciado há quatro anos. Caminhando nos entornos do lago e ao longo de toda a sua extensão foi constatada a existência de um processo erosivo com grau bastante alto, provocado pelo depósito de sedimentos arenosos transportados para o seu interior.

O assoreamento constatado afetava de forma diferenciada determinadas porções do lago resultado de processos erosivos ocorridos anteriormente. Destaca-se que até a data da realização das vistorias, não havia sido executada nenhuma obra de correção e/ou controle dos problemas observados. Desta forma recomendou-se a realização de Batimetria do lago, com o objetivo de se obter uma avaliação mais precisa do nível do seu assoreamento e a relação entre a profundidade da água e o volume de sedimentos depositados no seu interior. Foi recomendada também a remoção mecânica com o emprego de retroescavadeira, dos sedimentos já depositados em grande volume no seu interior.

Figura 5. Assoreamento em lago de empreendimento no município de Bauru - SP, observado em 2017. Notar o grande volume de sedimentos depositados no leito do corpo d'água.

Figura 6. Presença de assoreamento em lago no município de Bauru - SP, registrado em 2017. Notar o grande volume de sedimentos depositados.

O segundo caso tratou-se do atendimento de uma demanda de Parecer Técnico encaminhada ao Instituto Geológico pela Promotoria de Justiça do Meio Ambiente da cidade de Bauru - SP, com o objetivo de informar "a constatação, causas e medidas de recuperação/contenção dos danos ambientais verificados, em uma área localizada no Bairro Residencial Lago Sul, em Bauru - SP,

referentes a processos erosivos e assoreamento dos lagos". Desta forma, foi realizada Vistoria Técnica nos dias 06 e 07 de julho de 2017, a fim de constatar os problemas apontados na solicitação. (Figuras 7 e 8).

Durante a realização da vistoria foi informado que o primeiro lago existente no Residencial apresentava no início do condomínio, em 1999, profundidade média obtida por Batimetria de aproximadamente 9 metros, e na data da vistoria, em 2017, apresentava 7 metros, portanto um assoreamento de 2 metros, provocado pelo aporte de sedimentos arenosos oriundos de processos erosivos existentes nos entornos do empreendimento.

Em um segundo lago existente no condomínio, constatou-se visualmente a presença de um grau de assoreamento mais elevado que o anterior, onde se notou a elevada quantidade de sedimentos e a turbidez das águas no seu interior.

Próximo a este lago, observou-se um local com uma grande quantidade de sedimentos transportados, originários de um talude em solo exposto do leito da ferrovia, lindeira ao loteamento, sendo este ponto um dos locais mais críticos em termos de processos erosivos.

Foi realizado também um caminhamento ao longo da linha férrea que se situa em uma posição topográfica superior a área do loteamento. Ao longo deste caminhamento foram observados sérios problemas de drenagem das águas pluviais oriundas da ferrovia, assim como a presença de processos erosivos, como erosão laminar, sulcos e ravinas.

Com relação aos processos erosivos, constatou-se a presença de uma ravina, com vinte metros de comprimento, um metro de largura e um metro de profundidade, próxima ao muro de divisa do loteamento com a ferrovia.

Até a data da realização desta vistoria, não haviam sido realizadas nenhuma obra de correção e/ou controle dos problemas de drenagem e processos erosivos observados. Desta forma, recomendou-se:

- A realização urgente de obras de drenagem das águas pluviais oriundas da ferrovia contígua ao empreendimento;
- A realização de obras de correção das tubulações de drenagem existentes ao longo da ferrovia, que se encontravam inacabadas e executadas de forma inadequada;
- Execução de medidas de contenção e barramentos dos sedimentos que chegavam até o muro de divisa do loteamento e eram os geradores do assoreamento dos lagos e da nascente existente no loteamento.

Figura 7. Assoreamento em lago de empreendimento no município de Bauru - SP, registrado em 2017.

O terceiro caso trata-se de uma demanda encaminhada ao Instituto Geológico pela Defesa Civil Estadual-CEPDEC e a Promotoria de Justiça de Monte Alto - SP, onde foi solicitado Parecer Técnico relativo a riscos aos moradores causados por processo erosivo. (Figuras 8 e 9).

Foi realizada a vistoria técnica nos dias 20 e 21 de setembro de 2016, nos entornos da Rua das Papoulas, no Bairro Jardim Primavera, em Monte Alto - SP.

Constatou-se no local a existência de um processo erosivo continental, em área particular rural, na forma de ravina profunda, com uma ramificação, sendo que a jusante do processo, próximo ao afluente de um córrego existente no local, a erosão aumentava a sua profundidade, com a ocorrência de surgência d'água, no pé do talude existente, caracterizando a presença de uma boçoroca (Figura 10).

Observou-se que na cabeceira da erosão, a ravina principal apresentava altura aproximada de 4 metros, largura de 3 metros e profundidade de 2 metros. A distância entre o início do processo, na forma de ravina, ao final da Rua das Papoulas, e a parte final, na forma de boçoroca, era de aproximadamente de 80 a 100 metros, com um desnível até o corpo d'água do córrego a jusante, de aproximadamente 50 metros.

Constatou-se também, que à medida que o processo evoluía, na forma de boçoroca, esta apresentava maiores dimensões com aproximadamente 6 metros de altura e 5 metros de largura, ou seja, um incremento nas dimensões do processo em função da presença de surgência d'água.

Quanto ao material afetado pelo processo, consistia em sedimentos arenosos finos, argilosos, de baixa coesão e altamente suscetíveis aos processos erosivos, associados aos materiais do Grupo Bauru da Bacia Sedimentar do Paraná. Quanto à origem do processo erosivo, o mesmo estava associado à concentração do escoamento superficial das águas pluviais e ausência total de obras de captação e condução adequadas destas águas, ao longo da Rua das Papoulas.

Desta forma, constatou-se que o sistema de escoamento e drenagem das águas pluviais mostrava-se inadequado e insuficiente. O lançamento aleatório das águas pluviais ao longo do maior declive da rua contribuiu de forma decisiva para o incremento dos processos erosivos presentes no local.

Até a data da realização desta vistoria técnica, não haviam sido realizadas nenhuma obra de correção e/ou controle dos problemas observados. Sendo assim, em função das observações realizadas, recomendou-se:

- Execução de obras de drenagem, como: bocas de lobo, caixas de inspeção, dissipadores de energia das águas pluviais ao longo da Rua das Papoulas;
- Realização de obras de drenagem a partir do início do processo erosivo na área particular rural, principalmente ao final da tubulação já existente no local e não terminada;
- Dimensionamento correto da capacidade de vazão das tubulações existentes, trabalhando com séries históricas de chuvas estabelecendo os picos máximos de escoamento das águas;
- Implantação de vertedouro, escada hidráulica e dissipadores de energia ao longo do processo erosivo e implantação de estruturas de dissipação de energia na porção terminal da erosão;
- Execução de obras de retaludamento e recomposição vegetal da ravina e na porção terminal do processo, implantação de drenos profundos no pé do talude, em função da presença a jusante de boçoroca com surgência d'água.

Figura 8. Ocorrência de boçoroca em área rural do município de Monte Alto - SP, registrada em 2016.

Figura 9. Outro aspecto da boçoroca descrita na figura anterior. Observar a inclinação do talude em solo areno-argiloso.

Figura 10. Surgência d'água (piping) no pé do talude da boçoroca descrita anteriormente, no município de Monte Alto – SP, observada em 2016

Controle da erosão continental do solo

Como abordamos anteriormente, através de três exemplos concretos de casos envolvendo processos erosivos, constatamos que o impacto da erosão acelerada provoca a degradação dos solos, gera assoreamentos e compromete a qualidade ambiental.

A intensificação dos processos erosivos é particularmente danosa para os recursos hídricos devido ao assoreamento de cursos d'água e de reservatórios. Um dos efeitos diretos do assoreamento é a maior frequência e intensidade de enchentes e inundações, causando grandes transtornos e prejuízos às populações urbanas principalmente aos moradores de áreas próximas aos cursos d'água. A instalação de conjuntos habitacionais e loteamentos em áreas geotecnicamente inapropriadas, em encostas com altas declividades ou fundos de vales, também contribuem para o incremento dos processos erosivos em áreas continentais.

Assim, o controle da erosão em áreas urbanas, tem sido realizado de diversas formas pelos poderes públicos municipais e estaduais, tanto de modo preventivo como corretivo, conforme descrito por Santoro (2012).

Ações preventivas

São aquelas de caráter extensivo, contemplando grandes áreas. Podem ser de natureza institucional, administrativa ou financeira, sendo adotadas

espontaneamente ou por força de legislação. Objetivam a convivência com os riscos, reduzindo a magnitude dos processos e orientando a população afetada. No geral não exigem a aplicação de vultosos recursos financeiros (PROIN/CAPES; UNESP/IGCE, 1999).

As principais práticas de conservação para o controle de erosão baseiam-se nos princípios básicos da manutenção da cobertura protetora à superfície do solo, aumento da infiltração da água no solo e o controle do escoamento superficial. Empregam-se também as práticas mecânicas, que são aquelas que recorrem a estruturas artificiais baseadas na disposição de porções de terra no terreno que diminuem a velocidade de enxurrada e favorecem a infiltração da água no solo. A prática mecânica mais conhecida e utilizada é o terraceamento agrícola (WEILL; PIRES NETO, 2007).

Dentre os instrumentos técnicos mais indicados à prevenção de erosão acelerada continental destacam-se os mapas geotécnicos ou geoambientais, os quais por meio da caracterização e análise dos fatores naturais que influenciam a ocorrência de processos erosivos indicam a suscetibilidade ou potencial do terreno em desenvolver estes processos. Estas informações são importantes para orientar o uso do espaço territorial, como nos planos diretores municipais (SANTORO, 2000).

Ações corretivas

São ações voltadas para evitar a ocorrência ou reduzir a magnitude dos processos geológicos e hidrológicos, por meio da implantação de obras de engenharia. Normalmente estas obras são de custo elevado e contemplam soluções para áreas restritas (PROIN/CAPES; UNESP/IGCE, 1999).

Ações corretivas de controle da erosão continental urbana necessitam de estudos detalhados de caracterização dos fatores e mecanismos relacionados as causas do desenvolvimento dos processos erosivos.

Segundo DAAE-IPT (1986) “As soluções para a correção dos problemas erosivos, passam pela necessidade de desenvolvimento de soluções normativas de projetos e obras adequadas para cada situação do meio físico encontrado”.

Destaca-se assim, que não existe um tipo de obra adequada para toda e qualquer situação. As soluções econômicas e simples podem ter eficácia se forem aplicadas no início do desenvolvimento dos processos. Entretanto, de um modo geral as ações de contenção dos processos erosivos, segundo DAEE-IPT (1989) devem contemplar as seguintes medidas:

- Implantação de microdrenagem: visam evitar o escoamento das águas pluviais diretamente sobre o solo, por meio de estruturas de captação e condução das águas superficiais;

- Implantação de macrodrenagem: são obras responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais drenadas do sistema de microdrenagem urbana;
- Obras de extremidades: são estruturas de controle e dissipação da energia das águas nos pontos de lançamento;
- Pavimentação: implantação de guias, sarjetas, bocas de lobo e asfaltamento em pontos com movimentação de terra, vias de acesso e deslocamentos;
- Disciplinamento das águas subterrâneas: execução de drenos profundos (dreno cego, dreno com material sintético, dreno de bambu);
- Estabilização dos taludes resultantes do movimento de terra: obras de aterro e de retaludamento;
- Conservação das obras implantadas: realização de reparos periódicos em obras já executadas e que apresentem sinais de desgaste.

Considerações finais

Conforme apresentado ao longo deste artigo, os processos erosivos continentais provocam graves prejuízos ambientais e socioeconômicos, sendo necessário, para sua prevenção e contenção de seu avanço um adequado planejamento do uso e ocupação do solo, como os planos Diretores Municipais para as áreas urbanas que considerem as características do meio físico e contemplem o planejamento da drenagem urbana.

Nas áreas rurais, deve ser combatida a retirada da vegetação nativa, as queimadas, o manejo inadequado do solo e o uso de áreas suscetíveis à erosão.

Desta forma, o diagnóstico de campo juntamente com a análise da legislação atual, mostra que uma política de prevenção e controle da erosão continental urbana deve abranger medidas e ações de planejamento urbano, de disciplinamento legal do uso e ocupação do solo, e de desenvolvimento de um código de obras específico.

Com relação aos processos erosivos em áreas rurais, promover a adoção de uma agricultura sustentável, sendo que esta linha de ação visa principalmente à proteção e conservação do solo agrícola, por meio das seguintes metas:
- Redução do uso de agrotóxicos e fertilizantes nas microbacias hidrográficas;
- Redução da carga orgânica rural lançada nos corpos d'água;
- Recomposição das matas ciliares e proteção das nascentes;
- Redução do consumo de água na irrigação;
- Apoio à adoção de práticas conservacionistas (SANTORO, 2000).

Referências

AYRES, Q. C. **Soil erosion and its control.** New York, MAGraw Hill Co. Inc. 1976.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone. 1990. 355p.

BRAUN, W. A. G. 1961. Contribuição ao estudo da erosão no Brasil e seu controle. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, (4), p. 3 – 54.

DAEE/IPT. **Controle de erosão:** bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de voçorocas urbanas. São Paulo: Secretaria de Energia e Saneamento, Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1989. 92 p.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. 2000. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T & CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3. ed. 2000. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 181-220.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo:** Bacia do Peixe/Paranapanema (Relatório Técnico 24.739 – vol. 2). São Paulo: IPT. 1986.

OKA-FIORI,C.; SOARES, P. C . Aspectos evolutivos das vossorocas. **Notícia geomorfológica**, Campinas 1976. v.16, n° 3, p. 114-124.

PROIN/CAPES. UNESP/IGCE. 1999. **Material Didático**: arquivos de transparências (CD). Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada.

SALOMÃO, F.X.T.; IWASA, O.Y. Erosão e ocupação rural e urbana. In: **4º Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo, ABGE/IPT, 1995. p. 31-57.

SANTORO, J. **Análise da ocorrência de processos erosivos no município de Campinas (SP), a partir da interação entre a suscetibilidade natural a erosão hídrica e o uso e ocupação do solo.** Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, SP. Tese de Doutoramento. 2000. 145 p.

SANTORO, J. **Fenômenos erosivos acelerados na região de São Pedro – S.P**. Estudo da fenomenologia com ênfase geotécnica. Rio Claro S.P. Dissertação de mestrado. IGCE – UNESP – Campus de Rio Claro – S.P. 1991. 140p.

WEILL, M. A. M.; PIRES NETO, A. G. Erosão e assoreamento. In: SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade ambiental**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. cap. 4, p. 39-58.

TECNOLOGIAS ESPACIAIS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA E PERCEPÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES NATURAIS: ACESSO À CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO POPULAR

SPACE TECHNOLOGIES FOR EARTH OBSERVATION AND NATURAL DISASTER RISK PERCEPTION: ACCESS TO SCIENCE AND TECHNOLOGY IN POPULAR EDUCATION

Aluizio Brito Maia[1]
Luísa de Carvalho Jurka[2]

Introdução

A frequência e potência dos extremos associados ao sistema hidrometeorológico cresceu de maneira exorbitante nos últimos anos, principalmente devido às mudanças climáticas provocadas pelo ser humano (MARENGO, 2010). Em tais circunstâncias, o Marco de Ação de Sendai 2015-2030 estabelece a necessidade de engajamento comunitário e empoderamento nas ações de redução do risco de desastres, pensando na promoção da liderança de jovens e dando especial atenção ao voluntariado organizado pelos cidadãos (UNISDR, 2015). Nessa linha, surgem as iniciativas em educação para redução dos riscos de desastres (ERRD), incentivadas por organizações internacionais, tais como a UNICEF e a UNESCO. Exemplo disso é a criação de uma orientação técnica para inserção do conhecimento em redução de riscos de desastres no currículo escolar, buscando instituir métodos para capacitar e desenvolver jovens estudantes para uma cultura de resiliência e desenvolvimento (UNESCO e UNICEF, 2014).

A socialização da prática de uso do Sensoriamento Remoto na educação traz ainda mais possibilidades, essencialmente na construção de uma ciência cidadã voltada ao uso das geotecnologias para o conhecimento e gestão do ambiente em que os estudantes vivem (MARCHEZINI *et al.,* 2017). As Tecnologias Espaciais, tais como aquelas relacionadas ao uso dos satélites de Observação da Terra, têm notável proveito nas ações de monitoramento socioambiental e

1 Graduando em Geografia na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Aluno de Iniciação Científica no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). Professor de Geografia da Educação Popular. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0056-6157. E-mail: aluiziobritomaia@ufmg.br.
2 Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, na área Educação Ambiental. Graduada em Ciências Biológicas na UFMG. Professora da Educação Básica e Educadora Popular. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9276-6227. E-mail: luisa.carvalho@ufms.br.

análise de riscos de desastres por meio da coleta de informações em diferentes resoluções temporais e espaciais (GRAMANI *et al.,* 2018).

Para Sausen (2000), Moraes e Florenzano (2004), no Brasil, os esforços para a popularização dos produtos das tecnologias espaciais pela educação em sensoriamento remoto ainda são limitados, necessitando de um maior engajamento das instituições de pesquisa para a ampliação de materiais com fácil linguagem e acesso, assim como a utilização desses materiais por professores da educação básica em sala de aula. Desse modo, é necessária uma maior integração da sociedade aos recursos de Sensoriamento Remoto, particularmente por parte da mídia e pela comunicação, visto que os programas e projetos na área são desenvolvidos, mas apresentam em sua maioria materiais com métodos e linguagem cientificista.

Por outro lado, mais recentemente, a difusão desses conhecimentos tem ganhado espaço paulatinamente, uma vez que, nos últimos anos, instituições de Pesquisa (como o INPE) têm visto a necessidade da integração dos educadores às geotecnologias, tais como o Sensoriamento Remoto, o uso do GPS (*Global Position System*) e dos Sistemas de Informação Geográfica, a fim de estabelecer conveniências e aplicabilidades para o estudo do espaço geográfico, das relações entre a sociedade e o território e do uso e cobertura da Terra, formando cidadãos mais conscientes e dando passos ao desenvolvimento sustentável (MORAES *et al.,* 2009). Um exemplo é o trabalho feito no Curso de Uso Escolar de Sensoriamento Remoto para estudo do Meio Ambiente[3], em que educadores são introduzidos no mundo do Sensoriamento Remoto e são apresentados às possibilidades da aplicação das tecnologias espaciais ao conteúdo das suas disciplinas. Dentre os fenômenos que a análise de dados de Sensoriamento Remoto auxilia, encontram-se os Desastres Naturais. Desde a análise até os sistemas de alerta, passando pela gestão de áreas de risco e, por fim, no diálogo com o cidadão, as imagens de satélite são proveitosas e podem ser de grande auxílio na percepção e redução dos riscos. Uma forma de utilizar as imagens de satélite para a gestão de riscos é a previsão de cenários, conforme pontua Van Westen (2000). Tal método foi bastante discutido no projeto aqui apresentado, sobretudo na aplicação das geotecnologias para a previsão de cenários na análise da vulnerabilidade, conforme descreve Saito (2011). Dessa forma, foi possível aos participantes do projeto identificar suas próprias vulnerabilidades e identificar como elas são distribuídas geograficamente.

Este capítulo pretende apresentar discussões por meio de um relato de experiência, no qual serão analisadas algumas estratégias e ações mobilizadas no contexto de um projeto de ensino com alunos de um cursinho popular preparatório para o Enem. O projeto busca promover a iniciação à pesquisa para

estudantes que estão se preparando para entrar na universidade, além de suscitar o conhecimento acerca do uso da tecnologia espacial e do sensoriamento remoto para o estudo dos fenômenos do sistema terrestre, notadamente a consequência do impacto dos seres humanos no meio natural que se manifestam em desastres aplicando, assim, esses conhecimentos na percepção dos riscos na região metropolitana de Belo Horizonte, lugar onde os estudantes vivem.

Ciência e Tecnologia na Educação Popular

Cursinhos preparatórios para o ingresso no Ensino Superior têm sido uma forma comum de intervenção social da universidade pública, em que se inserem principalmente como projetos de extensão (FERNANDES *et al.,* 2016). Mediante preparação gratuita de estudantes oriundos de escolas públicas para melhor desempenho nos exames de seleção, os cursinhos populares buscam diminuir as desigualdades que permeiam o ingresso nas universidades.

Tratando-se de cursinhos preparatórios populares, é relevante ressaltar que o termo “popular” não é atrelado apenas às camadas populares para as quais esse serviço está voltado, mas também faz referência à Educação Popular. Assumindo-se como Educação Popular, esses projetos se comprometem tanto com a educação crítica acerca da realidade quanto com a transformação de situações injustas vigentes, consoante Paulo Freire discorre em sua obra Pedagogia do Oprimido, de 2016.

Portanto, se construída com essa base, a Educação Popular considera que os estudantes e educadores são sujeitos políticos que mantêm uma dinâmica de ação e reflexão (PALUDO, 2001). Tal reflexão acerca da realidade pressupõe a problematização e a investigação crítica da própria realidade (FREIRE, 2016), método didático-pedagógico utilizado para planejar e executar as atividades do projeto, cujo foco foram os desastres que permeiam seu contexto e ações práticas que transformam tal realidade injusta socialmente.

Se, na Educação Popular, o foco está na problematização da realidade, é coerente que sejam agregados outros movimentos teórico-educacionais que fazem sentido à problemática estabelecida no projeto: os desastres naturais. Desse modo, é possível fazer uma interseção entre o pensamento freireano e a interface Ciência-Tecnologia-Sociedade, que compõem o movimento educativo CTS. Tal campo tem buscado envolver o estudante em discussões sobre temas que englobam a Ciência e a Tecnologia, democratizando o debate acerca das decisões que abarcam a sociedade (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009).

Em artigo, Santos e Auler (2019) sinalizam a importância da participação social efetiva na agenda de pesquisas e nas políticas públicas sobre Ciência e Tecnologia. Ademais, sintetizam a interface entre a problematização proposta por Freire e

o movimento CTS, em que a aproximação se encontra em currículos que partem de problemas reais, dimensão interdisciplinar para resolução de tais questões e democratização do processo decisório (SANTOS; AULER, 2019). Percebe-se, desse modo, que a inserção de temas sociais atrelados à tecnologia e aos processos de construção do conhecimento científico pode se entrelaçar à problematização crítica da Educação Popular. A formação dos estudantes envolve, nesse contexto, a dimensão científica e cidadã, concomitante à preparação para ingresso na vida universitária.

Jovens Estudantes, Resiliência e Percepção dos Desastres Naturais

O termo "resiliência" pode ser definido como a capacidade de resposta e recuperação de um sistema social aos desastres naturais, no qual há a capacidade dessas estruturas de "absorverem os impactos de um evento e se reorganizar em um sistema funcional novamente, a partir da adaptação no 'pós-desastre'". (CUTTER *et al.,* 2008). Ademais, a resiliência se relaciona com a potencialidade de desenvolvimento por meio do aprendizado para não apenas voltar ao estado anterior ao impacto, mas de aperfeiçoamento, conforme pontua Folke (2006): "Em um sistema socioecológico resiliente, a perturbação tem o potencial de criar oportunidades para novas coisas serem feitas, para inovação e desenvolvimento" (FOLKE, 2006, p. 253. tradução nossa[4]).

Nesse sentido, pensar o desenvolvimento de resiliência nas comunidades afetadas pelos desastres se torna um elemento fundamental para uma gestão de risco eficiente. Todavia, há um grande desafio em tornar indivíduos resilientes e capazes de compreender, analisar e se preparar para lidar com perigos naturais, sobretudo pela necessidade de uma maior mobilização de instituições que lidam com políticas públicas para atingir as comunidades, no sentido de que tenham autonomia para pensar o seu território e conseguir geri-lo de maneira conjunta.

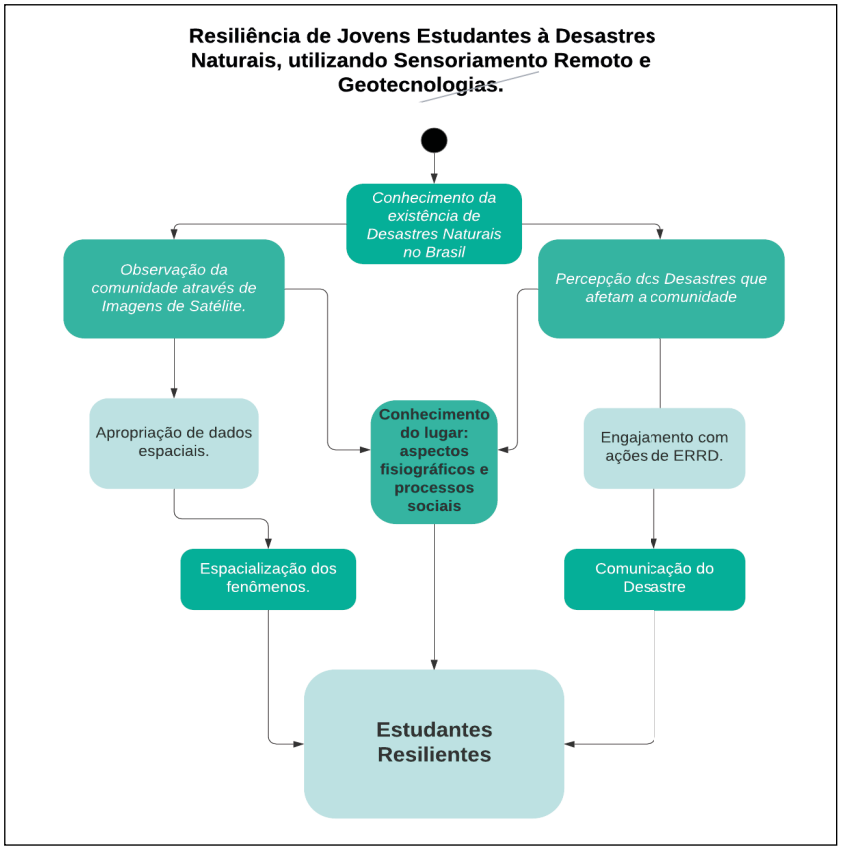
É patente o potencial de jovens estudantes quando são informados e ensinados quanto aos riscos, quanto à necessidade de um desenvolvimento sustentável e quanto à proteção do planeta Terra, o que se propõe é o estabelecimento desses estudantes como agentes em sua comunidade, especialmente por meio da construção de uma ciência cidadã. Com isso, mais que prepará-los para perceber os riscos, há uma potencialidade latente no sentido de instigá-los como propulsores de uma cultura resiliente, tal como previsto pela quarta e quintas dimensões da Educação para Redução de Risco de Desastres[5] (UNICEF & UNESCO, 2014). Percebeu-se que três dos alunos do projeto permaneceram engajados em postar alertas, mapas de risco e imagens de satélites meteorológicos da defesa civil de Belo Horizonte em suas redes sociais individuais, mesmo após o fim de suas participações no projeto, evidenciando

que há, sim, alguma possibilidade de torná-los agentes na comunicação do risco, ainda que de forma despretensiosa. Por conseguinte, é possível analisar a integração de elementos associados ao uso de produtos de geotecnologias e de sensoriamento remoto para mensurar o desenvolvimento de resiliência nos estudantes, esses elementos podem ser observados quanto:

I. A percepção dos riscos de desastres pelos alunos do cursinho popular;

II. Ao conhecimento do território, advindo do uso de imagens de satélite em conjunto com a apropriação de dados e produtos de tecnologias espaciais e de geotecnologias, não conhecidas e tampouco utilizadas antes pelos estudantes;

III. À comunicação dos desastres por redes sociais e pelo engajamento de suas comunidades.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Figura 1. Uso de Sensoriamento Remoto e Geotecnologias associado à Resiliência de estudantes.

Tais elementos não limitam e não impõem precisão ao que torna ou não um determinado grupo de pessoas resiliente, mas têm o intuito exclusivo de demonstrar as possibilidades das ferramentas de observação da Terra como meio para a percepção dos desastres em estudantes e como tal potencializa a resiliência.

Espacialidade do Fenômeno: Sensoriamento Remoto e Geotecnologias como ferramentas para o raciocínio geográfico dos desastres naturais

As estratégias utilizadas para a análise dos desastres sob uma perspectiva do uso dos produtos das geotecnologias e das imagens de satélite se baseiam no entendimento do fenômeno geográfico, cuja ótica se alicerça sob o fundamento da espacialidade do fenômeno, que se designa como elemento metodológico substancial para o raciocínio geográfico no ensino. Segundo Ascenção & Valadão (2014), a espacialidade do fenômeno ocorre a partir da interação entre os componentes do espaço, suas individualidades e o fenômeno, visto que por meio dos conceitos fundamentais do tripé metodológico da ciência geográfica[6] são atribuídas as relações entre os aspectos do espaço, as ações antropogênicas e suas interações com os fenômenos físico-naturais e os conceitos fundamentais da Geografia; Espaço, Tempo e Escala. A ideia de espacialidade do fenômeno traz importantes contribuições ao uso das tecnologias espaciais para observação da Terra na ERRD, uma vez que cada uma das estruturas do conhecimento geográfico (Figura 2) dão suporte ao uso dos produtos advindos das técnicas de Sensoriamento Remoto para a análise dos desastres naturais como fenômenos geográficos e, mais ainda, trazem possibilidades do uso de tais tecnologias no ensino de Geografia.

Fonte: Ascensão e Valadão (2014).

Figura 2. Estruturas do conhecimento geográfico.

De forma análoga, é possível discutir sobre o uso dessas ferramentas para a análise dos desastres como fenômenos que se espacializam, de forma que o entendimento e interpretação a respeito estabelece uma consequente necessidade em representá-los, no sentido de que sejam visualizados. A representação do

espaço sob a lógica de observação da Terra é muito associada às representações computacionais do espaço geográfico, associadas principalmente aos Sistemas de Informação Geográfica. Câmara *et al*. (2003) trazem contribuições importantes sobre as bases da ciência geográfica e a representação dos fenômenos por meio das geotecnologias. Notadamente, enfatiza-se aqui a ideia de unidades-área no uso dos SIG e a Geografia Idiográfica de Hartshorne, que traz o conceito de "correlação entre os fenômenos e não apenas do estudo do fenômeno". Vale frisar, ainda, a individualidade dos fenômenos (Hartshorne, 1966), proposição que se associa com a já abordada noção de espacialidade do fenômeno.

Os fenômenos que se correlacionam com as unidade-áreas no estudo dos desastres naturais são aqueles cuja interação oportuniza e potencializa os riscos: urbanização desenfreada e, consequentemente, o mau planejamento urbano; ocupação de áreas suscetíveis; tramas sociopolíticas envolvidas; privação de acesso ao saneamento básico e necessidade de ações de educação ambiental. Entretanto, esses fenômenos não podem ser lidos sozinhos, todos seguem uma lógica geográfica de porquês e tal lógica pode ser evidenciada por meio das tecnologias de observação da Terra, de forma que uma imagem de satélite inerte evidencia os processos envolvidos em um desastres de forma conjunta e pode ser interpretada a partir dos conceitos estruturantes: por meio da comparação de imagens de diferentes datas, tem-se o **tempo**; as transformações do **espaço** são facilmente observadas com essas diferentes temporalidades e com a extensão de área que pode ser analisada e a **escala** dessas transformações também podem ser salientadas com base nas imagens com diferentes resoluções espaciais. Destaca-se o potencial do uso dos produtos de Sensoriamento Remoto como ferramentas importantes para a educação em Geografia, especificamente para a ERRD, de forma que os desastres são compreendidos como fenômenos passíveis de interpretação, pensando o espaço geográfico como eixo e não como parte constituinte e interpretando as tramas e problemas socioambientais, conforme pontuam Moraes e Florenzano (2004):

> O sensoriamento remoto tornou-se uma técnica útil para a compreensão, conscientização e busca de soluções para os problemas socioambientais, pois a exploração das imagens de sensores remotos em diferentes escalas e resoluções espaciais e espectrais propicia um melhor entendimento das variações ambientais regionais e globais relacionadas com as ações antropogênicas (MORAES; FLORENZANO, 2004, p.1).

Projeto GEODA: desafios e expectativas

Contexto do projeto

O projeto denominado “Geoda” surgiu pela iniciativa de educadores populares para inserir um grupo de iniciação à pesquisa em um cursinho pré-universitário da UFMG, que tem como público-alvo alunos de renda familiar igual ou superior a 1,5 salário mínimo *per capita*, residentes na região metropolitana de Belo Horizonte. A organização, assim como os demais cursinhos populares, compromete-se com a transformação da realidade preparando estudantes de classes populares para o ingresso no ensino superior gratuito. Para tanto, seus educadores possuem vínculo voluntário com o cursinho que, por sua vez, se associa à Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG como Projeto de Extensão desde 2019. O cursinho popular em questão conta com estudantes de idades diversas que cursaram ou cursam o Ensino Médio em escolas públicas, preferencialmente da rede estadual de ensino. Os discentes recebem, gratuitamente, aulas preparatórias para a prova do Enem, aulas interdisciplinares e monitorias que ocorrem regularmente em espaço físico da UFMG e se estenderam ao ambiente virtual graças aos protocolos sanitários da pandemia de Covid-19. Todos os estudantes foram convidados a fazer a inscrição e participar do grupo Geoda, sendo que dez foram selecionados e cinco participaram ativamente.

A construção da problemática do projeto foi alicerçada na investigação do potencial dos estudantes da educação popular em se estabelecerem como agentes na pesquisa e comunicação científica, de forma que o Geoda estima pensar os desastres naturais de forma interdisciplinar e integrada, abordando os eixos: Ciência do Sistema Terrestre, Educação Socioambiental, Ciência Espacial e Sensoriamento Remoto. Para isso, o projeto conta com coordenadores que orientam os discentes nesses diferentes eixos, sendo estes graduandos nos cursos de Geografia, Engenharia Aeroespacial e Ciências Socioambientais na UFMG e uma aluna de mestrado em Ensino de Ciências na UFMS, graduada em Ciências Biológicas pela UFMG. As diversidades de interesses e formações no projeto possibilitam que o estudo do meio ambiente, por intermédio do sensoriamento remoto, fortaleça as possibilidades de interdisciplinaridade, conforme pontua Florenzano (2002). Nesse sentido, o projeto Geoda tem como um dos princípios básicos constituir resiliência nos estudantes participantes, preponderantemente por meio do acesso à informação. Entende-se, por esse princípio, que o papel da educação popular de emancipação se alinha com o propósito de torná-los diligentes com a tarefa de perceber, prevenir e comunicar[7] os desastres, tanto por meio da conscientização de ações básicas (tal como o descarte correto do lixo) quanto por meio de ações mais complexas, como a participação dos alunos

na campanha Aprender para prevenir[8] com o trabalho de pesquisa, discussão e preparação de conteúdos que foram apresentados na campanha.

Metodologia

O projeto utiliza o método de pesquisa participante, cuja estrutura rompe com a relação sujeito-objeto na investigação e torna uma relação entre sujeito-sujeito, sendo que investigação é compartilhada entre agentes populares e agentes de pesquisa. Vale frisar que a "a pesquisa participante deve ser pensada como um momento dinâmico de um processo de ação social comunitária" (BRANDÃO; BORGES, 2007). Desse modo, admitiu-se que os estudantes assumiram um compromisso mútuo com as decisões da pesquisa e com a transformação de sua realidade.

A abordagem utilizada com os estudantes se baseia em quatro momentos, sendo estes: as reuniões de preparação (momentos quinzenais para discussão sobre possíveis ideias e mudanças necessárias no projeto); oficinas de aprendizado (em que coordenadores apresentam aulas temáticas aos alunos para prepará-los para as tarefas); tarefas de pesquisa (alunos recebem orientações para pesquisar fontes sobre temas diversos); e, por fim, a comunicação científica, momento destinado à produção de conteúdos acessíveis a todos os públicos e compartilhamento das descobertas de pesquisa na página do projeto no *Instagram.*

Tabela 1. Algumas atividades realizadas no projeto.

Eixo do projeto	Oficinas de aprendizado	Outras atividades
Sensoriamento Remoto	O que é Sensoriamento Remoto e por que é importante para nós?	Atividade com Google Earth na comunidade e Timelapses do Earth.
Ciência Espacial	Tecnologias Espaciais: Os satélites, sensores e sua aplicação.	Roda de Conversa sobre o programa espacial brasileiro; apresentação da frota de satélites da NASA e alguns produtos.
Ciência Espacial e Desastres Naturais	O método científico: como pesquisar de forma eficiente	Fichamento e busca de artigos científicos; construção de desenho metodológico com os alunos.
Educação Socioambiental	Vulnerabilidade Socioambiental de comunidades	Roda de conversa sobre vulnerabilidade de comunidades ribeirinhas.
Ciência do Sistema Terrestre	Eventos Naturais Extremos e o Sistema Terrestre	Apresentação do projeto SERVIR global da NASA.
Sensoriamento Remoto, Ciência do Sistema Terrestre e Ciência Espacial	Satélites e Sensores para uso na observação do sistema terrestre	Construção do quiz "qual satélite combina com sua personalidade?"[9]
Ciência Espacial e Desastres Naturais	Explorando o Cemaden e o INPE	"Tour" pelos sites do INPE e do Cemaden.
Ciências do Sistema Terrestre	Ação antrópica, Impactos e alterações no sistema terrestre	Construção das redes sociais e discussão sobre estratégias de comunicação.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Resultados

O primeiro ponto que pôde ser evidenciado com o projeto é que os produtos e possibilidades de tecnologias espaciais de observação da Terra são pouco conhecidos por estudantes da educação popular. Há pouca utilização desses produtos em outro lugar que não seja entre os acadêmicos que trabalham com geotecnologias e meio ambiente. As possibilidades de uso na sociedade são incontáveis, uma vez que a organização e planejamento do espaço deve ser um ato cidadão e não apenas técnico. Nesse sentido, o (re)conhecimento e mapeamento da comunidade a partir do uso de imagens de satélite por parte dos estudantes foi um elemento vital resultante do projeto. Em segunda análise, observou-se que os alunos reconhecem e sabem a respeito da existência do risco de desastres naturais na sua comunidade. Entretanto, os estudantes não se integravam nas ações de monitoramento e alertas, uma vez que não reconheciam os alertas das defesas civis e tampouco o trabalho feito por instituições de pesquisa tais como o Cemaden e o Serviço Geológico do Brasil. Por fim, os resultados mais evidentes do projeto foram as ações de comunicação feitas pelos alunos no Instagram do projeto (Figura 3), foram feitas ao todo *cinco* postagens[10] do feed (Figura 4) em que o tema, os textos, imagens e vídeos foram de autoria dos estudantes, contendo a revisão dos orientadores do projeto. Além disso, foram feitas postagens diárias nos stories do projeto, no qual havia o compartilhamento de informações, curiosidades e pesquisas de outros canais de mídia, além de postagens de curiosidades, quizzes, dicas de filmes etc.

Figura 3. Instagram do projeto Geoda.

Figura 4. Capas das postagens do feed do Instagram.

Além das postagens no instagram, os alunos idealizaram, prepararam e ministraram um aulão no canal do cursinho popular FACE educa, com o tema: Desastres Naturais e Vulnerabilidade de comunidades.[11] Em colaboração com o professor de Geografia, apresentaram o projeto Geoda sendo os primeiros alunos a ministrar um aulão no cursinho, demonstrando tamanho desenvolvimento, amadurecimento e emancipação intelectual. Os estudantes abordaram diversos assuntos, dentre eles: a definição de desastres naturais, risco, suscetibilidade e perigo; houve a apresentação do projeto, a contextualização de alguns desastres naturais na história. Foi abordada a associação entre Vulnerabilidade e Desastres e a contribuição do ser humano com os desastres, foram apresentados alguns desastres tecnológicos e, por fim, foram feitas análises de alguns desastres naturais usando produtos de sensoriamento remoto. Os alunos participaram também da 6ª campanha "aprender para prevenir" do programa de educação do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), em que acompanharam o trabalho da instituição mais de perto e se integraram ainda mais nas ações de RRD.

Considerações Finais

Neste capítulo, foram evidenciadas ações feitas enquanto o projeto Geoda estava em construção. Portanto, diversos trabalhos mobilizados poderiam ser ainda mais proveitosos com o tempo, investimento e apoio suficiente. Dessa forma, os aprendizados tomados durante o ano de 2021 trarão ainda mais incentivo para o ano de 2022. Para este ano, o projeto tem a pretensão de dar ainda mais autonomia aos estudantes na participação, integrando projetos de pesquisas individuais aos

alunos interessados, a serem desenvolvidos durante o ano, buscando tornar a carreira científica mais atrativa a fim de que novos talentos surjam nas mais diversas áreas de interesse, enquanto se faz uso de produtos de sensoriamento remoto para prevenir os desastres na nossa comunidade. No entanto, mais que buscar por novos talentos para a Ciência, o projeto tem como princípio vital abrir as portas da Ciência e Tecnologia aos alunos da educação popular, de escola pública, vulneráveis e periféricos, fazendo com que as ações científicas voltadas aos desastres e o acesso aos produtos de tecnologias espaciais, o programa espacial brasileiro, os produtos advindos das imagens de satélite, dos nossos satélites (programa CBERS e Amazônia) sejam acessados por todos, como é de direito.

O primeiro autor deste capítulo agradece aos alunos: Guilherme Perone Costa Câmara, Jônatas Fernandes Amaral, Julia Duarte Pereira Almeida, Kamila Guimarães dos Santos e Manuela Paião Chaves, alunos do extensivo e intensivo do cursinho popular FACE educa da UFMG pela insigne, atenciosa e participativa presença no projeto até o final, mesmo com todas as limitações, que tornaram esse projeto existente e vivo. Ademais, gostaria de agradecer aos demais coordenadores do projeto: Matheus Abelha, Luísa Jurka e Gabriela Magalhães pela imensa contribuição na orientação dos alunos e pelos ensinamentos passados, mesmo com todos os seus compromissos diários.

Por fim, agradeço a Divisão de Sensoriamento Remoto do INPE, mais precisamente à Dra. Elisabete Caria Moraes pela coordenação do curso de uso escolar do sensoriamento remoto para estudos do meio ambiente, o qual serviu de inspiração para o projeto.

Notas

3 Curso desenvolvido pela Coordenação de Observação da Terra da Divisão de Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O projeto GEODA foi criado como resposta à inspiração e influxo do curso. http://www.dsr.inpe.br/DSR/educacao/uso-escolar-sensoriamento-remoto

4 "*In a resilient social–ecological system, disturbance has the potential to create opportunities for doing new things, for innovation and for development.*"

5 Construção de Capacidade de Redução de Riscos nas Comunidades *(Building Community Risk Reduction Capacity*) e Construção de uma cultura de segurança e resiliência nas instituições (*Building an Institutional Culture of Safety and Resilience)*

6 Localizar, descrever e interpretar os fenômenos no espaço geográfico (Ascenção & Valadão, 2014).

7 O termo "comunicar os desastres" faz referência ao uso das redes sociais (dos alunos e do projeto) para a divulgação de notícias e materiais de relevância para os seguidores de ambos.

8 Campanha de Educação para Redução de Risco de Desastres (ERRD) do CemadenEducação:http://educacao.cemaden.gov.br/aprenderparaprevenir2021

9 O quiz pode ser encontrado no seguinte endereço: https://www.buzzfeed.com/aluiziobritomaia/qual-desses-satalites-mais-combinam-com-sua-perso-ew6p9mewsz

10 As postagens podem ser vistas no endereço: https://www.instagram.com/geoda.ufmg/

11 O aulão pode ser visto no endereço: https://www.youtube.com/watch?v=HCaATb9nunI

Referências

ASCENÇÃO, V, O, R; VALADÃO, R.C. Professor de Geografia: Entre o Estudo do Fenômeno e a Interpretação da Espacialidade do Fenômeno. **Scripta Nova.** Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, universidad de barcelona. Vol. XVIII, núm. 496 (03). Barcelona, 2014

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **ALEXANDRIA** Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

BRANDÃO, C. R; BORGES, C. M. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Rev. Ed. Popular,** Uberlândia**,** v. 6, p.51-62. jan./dez. 2007

CÂMARA, G. MONTEIRO, A.M.V. MEDEIROS, J.S. Representações Computacionais do Espaço: Fundamentos Epistemológicos da Ciência da Geoinformação. **Geografia,** Rio Claro, v. 28, n. 1, p. 83-96, jan./abr. 2003.

CUTTER, S.L, et al. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. **Global Environmental Change** 18, 598–606, *2008.*

FERNANDES, A. O. *et al*. A Implantação e Consolidação de um Cursinho Pré-Vestibular e Preparatório ao ENEM: Vivência e Cidadania de Acadêmicos da UNIFAL-MG em Poços de Caldas, Brasil. **Interagir:** pensando a extensão, Rio de Janeiro, n. 22, p. 140-148, 2016.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**, Oficinas de textos, São Paulo, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 62. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

FOLKE, C. Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. **Global Environmental Change** 16 (2006) 253–267**,** 2006.

GRAMANI, M.F.; CAVALHIERI, C.P.; SOUZA-SILVA, A.P.; MANTOVANI, J.C.; CAROU, C.B. O uso de drone Multirrotor de pequeno porte para diagnóstico e monitoramento de acidentes geológicos. **Anais do Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica-Cobramseg**, Salvador, 2018.

HARTSHORNE, R. Propósitos e natureza da geografia. São Paulo: Hucitec. 1966.

MARCHEZINI, V.; IWAMA, A. Y.; MAGALHÃES DE ANDRADE, M. R.; TRAJBER, R.; ROCHA, I.; OLIVATO, D. Geotecnologias para prevenção de riscos de desastres: usos e potencialidades dos mapeamentos participativos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 1, 23 jan. 2017.

MARENGO, J.A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H.S.; ZEE, D.M.W. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2010.

MORAES, E. C; FLORENZANO, T.G. Capacitação de Professores de Ensino Fundamental e Médio no Uso de Tecnologia Espacial Aplicado ao Meio Ambiente. **4a Jornada de Educação em Sensoriamento Remoto no Âmbito do Mercosul**, São Leopoldo, 2004.

MORAES, E.C; FLORENZANO, T.G; LIMA, S. F.S. Formação de professores dos ensinos fundamental e médio em Sensoriamento Remoto: Onze anos de Experiência do INPE. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2451-2458, 2009.

SAITO, S. M. Desastres Naturais e Geotecnologias - Vulnerabilidade. *In:* SAUSEN, T. (org) M. ; FERREIRA, C. C. ; ARAUJO JUNIOR, M. ; HANSEN, M. A. F. ; SAITO, S. M. ; PARDI LACRUZ, M.S. ; MARCELINO, Emerson Vieira . Projeto Cadernos Didáticos: Desastres Naturais e Geotecnologias. **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, 2009.

SANTOS, R. A. dos; AULER, D. Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 485-503, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/HnMjwkVyzZHyZ3jGLcr5HLz/?lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2022.

SAUSEN, T. M. A educação espacial na América Latina e a posição do Brasil no contexto regional. **Parcerias estratégicas**, Brasília, v. 7, p. 151-164, 1999.

SAUSEN, T. M. Space education in developing countries in the information era, regional reality and new educational material tendencies: example, South America. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Zurich, v. 55, p. 129-135, 2000.

PALUDO, C. **Educação popular em busca de alternativas**: uma leitura desde o campo democrático e popular. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2001. 272 p.

UNICEF e UNESCO. **Towards a Learning culture of Safety and Resilience**: Technical Guidance for integrating Disaster Risk Reduction in the School Curriculum. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2014 Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000229336>. Acesso em: 13/10/2021.

VAN WESTEN, C. Remote Sensing for Natural Disaster Management. **International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing.** Vol. XXXIII, Part B7. Amsterdam, 2000.

O ESPAÇO VIVIDO DAS FAMÍLIAS DA OCUPAÇÃO DO CÓRREGO SEM-DÚVIDA – LONDRINA/PARANÁ

THE LIVING SPACE OF FAMILIES IN THE CÓRREGO SEM-DÚVIDA OCCUPATION – LONDRINA/PARANÁ

Ideni Terezinha Antonello[1]
Agda Natalia Davi[2]

Introdução

O crescimento acelerado das cidades brasileiras, junto com a necessidade de ordenamento do solo urbano, configura-se como grandes desafios dos municípios, além de ser uma das principais causas da deterioração do meio ambiente. O rápido crescimento da população urbana, problemas de concentração de terras e a não aplicabilidade de políticas públicas que busquem atender essa demanda, faz com que uma parte da população brasileira se submeta a condições extremas para sobreviver, como as que constituem as ocupações irregulares em Londrina/PR. Cabe destacar que a terminologia ocupação irregular é utilizada pela COHAB-LD – Companhia de Habitação de Londrina-PR, sendo que corresponde as favelas ou aglomerados subnormais como utilizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), sendo assim, a presente pesquisa fez a opção de manter a designação municipal para expressar a realidade foco da investigação.

Pode-se evidenciar o crescimento demográfico urbano brasileiro, registrado a partir do século XX, uma vez que cerca de 84% da população total concentrava-se no espaço urbano no ano 2021 (IBGE, 2022). A elevada intensificação do processo de urbanização não vem acontecendo somente nas grandes cidades, mas incluindo as pequenas cidades, conforme Brilhante (2000) esse processo de urbanização acelerado acarreta um grave vetor de problemas ambientais e sociais, pois além das mudanças e impactos causados ao meio ambiente, comprometem a qualidade de vida dos moradores, atingindo de maneira mais intensa a população que se encontra em maior nível de vulnerabilidade social (BARROS et al., 2003).

1 Prof.ª Dr.ª Associada do Curso de Graduação e Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6147-4731. E-mail: antonello@uel.br.
2 Técnica em Gestão Ambiental – UNOPAR/Londrina. Bacharelado em Geografia na Universidade Estadual de Londrina. E-mail: agda.natalia.davi@uel.br.

De acordo com Guerra e Cunha (2012) devido ao fato de a valorização imobiliária estar ligada a fragilidade ambiental dos terrenos, apenas a população com melhor poder aquisitivo tem acesso a áreas com melhor infraestrutura, localização e segurança. Segundo Correa (2000), os grupos sociais excluídos ocupam áreas que não tem interesse ao capital imobiliário, como antigos bairros abandonados pela elite, áreas de várzea, encostas íngremes de morro e áreas distantes sem infraestrutura, gerando desta forma ocupações irregulares, isto é, a informalidade das ocupações em áreas periféricas, fruto de um ordenamento do território assetado em uma lógica segregacionista do espaço urbano (ROLNIK, 2014).

Nesse contexto, sobressai-se o déficit habitacional no Brasil, que já era elevado, aumentou em mais de 220 mil imóveis, entre os anos de 2015 e 2017, tal fato está ligado a variáveis como: inadequação das moradias (famílias que acabam dividindo a mesma casa, morando em ocupações ou favelas) pelo ônus excessivo do aluguel no orçamento das famílias. Essa realidade é constatada pelo levantamento realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), em 2019, que identificou que o déficit habitacional teve um aumento de 7%, em dez anos, vinculado as questões como a redução do crédito para financiamento de imóveis, alta no desemprego e a queda da renda das famílias. As famílias querem ter a casa própria, ou ao menos conseguir pagar um aluguel, mas nos últimos anos essa necessidade fica comprometida e distante de uma parcela significativa da população. Uma vez que os interesses do capital imobiliário sobressaem e interferem diretamente na diretriz da política pública habitacional brasileira, como constatam Marques e Antonello:

> This price structure directly interferes in the Brazilian public housing policy, which does not assume social interest, but valorizes the market logic, imposing the dynamics of territorial exclusion, both for those who have access to this policy and for those who are relegated to the right to housing. (2021, p.3)

A realidade da desigualdade de acesso à cidade expressa no déficit habitacional remete ao crescimento das ocupações informais (favelas), as quais são obscurecidas e negligenciadas pelo poder público, mas que ganha relevo e maior visibilidade na conjuntura contemporânea, que perpassa pandêmica do Covid 19, já que:

> [...] o empobrecimento brutal da população está diminuindo sua capacidade de comprar comida. Em agosto de 2020, 9,5 milhões de brasileiros estavam em situação de pobreza. Em fevereiro de 2021 o número é de 27,2 milhões. Entre janeiro e fevereiro 68% dos moradores das favelas não tinham dinheiro para comprar comida em pelo menos um dia nos quinze que antecederam a pesquisa. (LIMA, 2021, s/p)

Essa situação adentra na questão que o estoque de domicílios existentes apresenta graves condições de precariedade (falta de habitabilidade), sendo que os domicílios em áreas de ocupação informal vêm aumentando consideravelmente conforme a desigualdade social se torna cada vez mais visível. Por conseguinte, se observa que a Lei não está sendo cumprida, pois, em 1996, a Constituição Nacional incluiu o direito à moradia como um dos direitos sociais, do ponto de vista das responsabilidades governamentais.

Compete salientar que com a descentralização operada pela constituição de 1988, os municípios efetivamente passaram a ter um papel estratégico no desenvolvimento de ações mais consistentes na área da habitação, lembrando que o problema habitacional não se resolve apenas com o financiamento e com os subsídios, embora estes sejam elementos fundamentais, é necessário tratar adequadamente o problema do acesso à terra e do controle sobre os processos de valorização fundiária. Nesse sentido, o Estatuto da Cidade (Lei 10.257 de 10 de julho de 2001), detalha os princípios constitucionais sobre a política urbana, criando instrumentos que permitem aos governos locais atuar de forma muito mais eficaz na questão habitacional visando o cumprimento da função social da propriedade urbana.

No entanto, são poucas as administrações que efetivamente estão atuando nesse campo, o que tem se refletido no aumento do preço da terra nas áreas urbanas, tornando inviável, ou dificultando a provisão de unidades para a população de baixa renda. Ganha relevância a existência de instituições como a COHAB-LD – Companhia de Habitação de Londrina-PR – que tem como objetivo, a construção de conjuntos habitacionais de interesse social, proporcionado o acesso a unidade habitacional para famílias de baixa renda, mediante a política pública habitacional federal o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), atualmente designada Minha Casa Verde e Amarelo. Esse Programa tem como alvo minimizar o déficit habitacional, portanto as ocupações irregulares (favelas).

De maio de 2009 (início do PMCMV) a julho de 2019, o programa realizou um contrato para construção de 5,7 milhões de unidades habitacionais, 4,3 milhões de unidades foram entregues e 222 mil unidades ainda estão em fase de construção, no território nacional. O programa não conseguiu reduzir o déficit habitacional no Brasil, segundo relatório técnico da FGV (2019) o programa ajudou várias famílias que se submetiam a morar em moradias informais e precárias, mas não conteve a alta no número de famílias que gastam com aluguel. As famílias que mais sofrem, são as que sobrevivem com menos de um salário-mínimo por mês (valor menor a R$ 998, em 2019) ou entre um e três salários (valor entre R$998 e R$2.994, em 2019). Representando 91,7% do déficit total de moradias e 100% entre os que pagam um valor excessivo de aluguel ou vivem em ocupações, sendo um dos agravantes nesse déficit habitacional, o desemprego ou subemprego que vem aumentando de maneira considerável em todo território nacional.

As cidades mostram de forma eloquente as desigualdades, além das precárias condições de vida da população pobre. Sempre sendo insuficiente os mecanismos formais, ou da "cidade formal" de acesso à terra e a moradia digna, tanto pelas políticas públicas ou via do mercado imobiliário, na qual só atende parte das necessidades da população e usualmente por meio de soluções habitacionais de baixa qualidade. Com isso, o acesso a habitação só se viabiliza por meio de processos de ocupações de terrenos e da autoconstrução da moradia, que gera ocupações insalubres, normalmente em áreas de risco ambiental. Segundo Maricato (1996) as cidades formais são aquelas que respondem aos regulamentos e que com isso, correspondem a uma determinada organização. Nas cidades informais, a urbanização e o parcelamento do solo são descontrolados, não seguem as normas estabelecidas, já que são frutos da segregação socioeconômica e espacial urbana.

Embora a pobreza e a desigualdade social sejam fatores fundamentais para o surgimento e agravamento da crise de moradias, consequentemente das ocupações irregulares, entende-se que dinâmica habitacional também está atrelada ao processo de insuficiência da oferta de moradias novas pelos setores formais, isto é – setor público mediante políticas públicas de interesse social. A partir de considerações realizadas por Santos (2000), Castelles (2000), Sposito (1999), Carlos (2013) e Côrrea (2000) entende-se que a cidade é o espaço marcado pelas contradições socioeconômicas, que se expressa se reproduzem constantemente no ritmo das divisões sociais e territorial do trabalho.

Para Côrrea (2000), a cidade se mostra fragmentada e, ao mesmo tempo, articulada, sendo uma condicionante social e um local onde as classes sociais e seus conflitos se reproduzem. Mas quem são esses sujeitos que vão morar em situações precárias, sem asfalto, saneamento básico, afastados dos centros urbanos, senão aqueles mais carentes que, sem condições de financiar uma casa ou até mesmo pagar aluguel, se subjugam em morar nesses locais. As ocupações irregulares, que são caracterizadas como ocupação informal do solo, público ou privado, frequentemente com tipologia desordenada e com padrões urbanísticos inferiores aos mínimos exigidos pela legislação, na qual se tornaram um problema social, trazendo sérios reflexos nas áreas ambientais e urbanísticas, além de graves consequências relacionadas à segurança pública.

As ocupações irregulares, por serem contrárias de observância – observados requisitos mínimos urbanísticos, sociais, ambientais e econômicos – se trata de um tipo de moradia desqualificada, incapaz de ser exercida de forma plena e digna. Sendo de fácil entendimento que a população com menor poder aquisitivo acaba se estabelecendo em áreas de menor valorização econômica, e muitos desses terrenos costumam estar localizados em áreas relevantes do ponto de vista ambiental, ou até em áreas caracterizadas como de risco geológico. A ação humana relacionada a ocupação desordenada tem como resultado indesejável o desequilíbrio do

ecossistema, áreas caracterizadas pela presença de acentuado valor ambiental (APP - Área de Preservação Permanente, Reserva Legal) são usualmente alvos de ocupações irregulares, que causam degradação ambiental grave. As inegáveis sequelas ambientais decorrentes das ocupações desordenadas, não correspondem a lógica de planejamento urbano – que visa a qualidade de vida da população – e abre espaço para ocorrência de graves prejuízos urbanísticos. Sem uma sustentabilidade na ocupação do solo, devido à ausência de implementação de uma infraestrutura básica como saneamento básico, calçamento, conexão com meios de transporte, entre outros, a comunidade fica restrita a informalidade e baixa qualidade de vida.

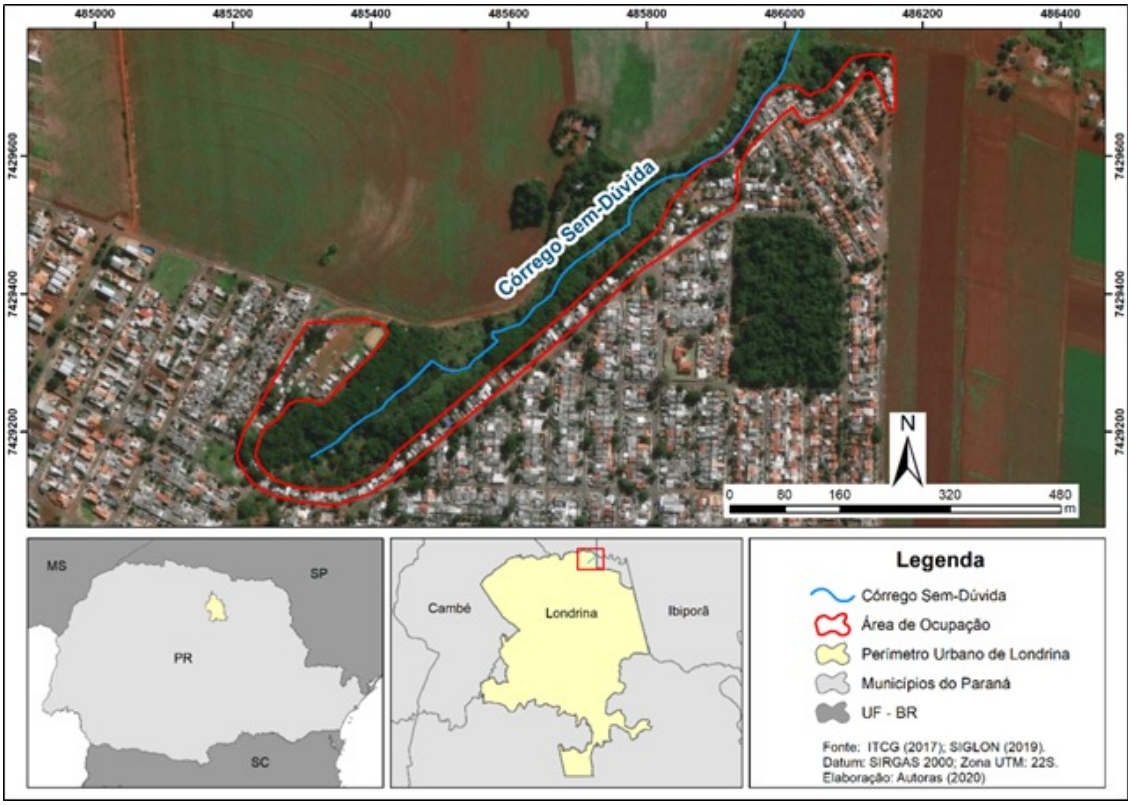
Dessa forma, as pessoas residentes em ocupações irregulares, sofrem com a negligência de uma adequada prestação de serviços públicos básicos e ficam à mercê da perspectiva de mudança social, passando a viver a margem da cidade formal. A intensificação da dualidade entre cidade formal e cidade informal tem sido uma constante na estrutura das cidades brasileiras (MARICATO, 1996). O ritmo do crescimento das ocupações irregulares nas periferias das grandes cidades é mais intenso que a taxa média de urbanização do país, as grandes cidades crescem sobretudo nas periferias, o que vem reforçando a função estrutural da informalidade na composição do espaço urbano. Nesse contexto de carência urbanística e social, observa-se o agravamento dos problemas urbanos como: violência, degradação ambiental e social, sendo possível perceber as decorrências advindas da fragilidade das políticas públicas habitacionais e de um planejamento urbano que enfrente diretamente essa problemática, o que torna cada vez mais necessário o desenvolvimento sustentável das cidades atingindo funções socioambientais.

Tendo em vista a necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre essas áreas de risco, o objetivo da presente pesquisa foi realizar estudos de vulnerabilidade socioeconômico, além de mostrar por meio da técnica da História Oral, a realidade desses atores sociais que residem na ocupação do córrego Sem-Dúvida. A ocupação se encontra na Zona Norte da cidade de Londrina, na rua Ana Caputo Piancentini, parte integrante do fundo de vale da microbacia do córrego Sem-Dúvida, afluente do ribeirão Jacutinga, abrange uma área de preservação permanente no fundo de vale do conjunto habitacional Jardim Aquiles Stenghel (Figura 1). A área teve sua ocupação inicial no ano de 1996, com 84 famílias oriundas do C.H Cinco Conjuntos, na Zona Norte da cidade de Londrina-PR, que por falta de recursos financeiros, decidiram ocupar a área do Córrego, com o passar do tempo, outras famílias, vieram a se instalar no local.

Após sete anos sem nenhuma interferência de órgãos responsáveis, em 2003, passou a existir uma perspectiva a este grupo quando, em parceria com a COHAB-LD, foi implantado dois programas habitacionais próximo do referido fundo de vale. O Programa de Subsídio à Habitação Social (PSH), um programa do governo Federal, assinado com a Caixa Econômica, que atuou de 2003 a 2005, e o Programa

Habitar Brasil (PHB), em parceria com o Banco de Desenvolvimento Interamericano (BIP), atuação de ambos beneficiou um total de 122 famílias, que foram realocadas para o Conjunto habitacional Primavera I e II. Os dois Programas (PSH, PHB/BIP) tiveram seu fim com o passar dos anos, sendo atualmente a COHAB-LD o órgão responsável pelo cadastro e distribuição de unidades habitacionais para as famílias carentes. Após remanejamento das famílias para área regular, o fundo de vale do Córrego Sem-Dúvida passou por uma revitalização, onde foi construído um campo de lazer, para a população dos bairros do entorno. Mas, em 2015, a área foi ocupada novamente, abarcado a extensão da rua Ana Caputo Piacentini, bem como a ocupação da área do campo – recorte geográfico central da presente pesquisa.

Nesse contexto de abandono do poder público, mediante a falta de políticas públicas que atendam a demanda habitacional, é necessário o estudo e levantamento dessas ocupações irregulares, para que, além de expor a realidade dessas famílias – tanto pela questão social como a ambiental – se possa demonstrar o descaso e desamparo que essas famílias sofrem, apesar das responsabilidades previstas em Leis. Essa investigação tem como foco de analise as fragilidades e necessidades dos indivíduos que fazem parte da ocupação irregular, com o escopo de contribuir para a elaboração de políticas de intervenção no território, tendo como princípio o direito à cidade, visando uma cidade includente.



Fonte: ITCG (2017); SIGLON (2019). Elaboração: As autoras.

Figura 1. Área de ocupação irregular Córrego Sem-Dúvida – Londrina-PR.

Os procedimentos metodológicos da investigação foram: (i) elaboração de um arcabouço teórico-metodológico sobre a temática; (ii) levantamento de dados junto: COHB-LD (Companhia de Habitação de Londrina); IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e outras fontes; (iii) pesquisa in loco, a qual se utilizou de duas técnicas de pesquisa, a saber: a) realização do levantamento socioeconômico das famílias (20) da ocupação do campo; b) técnica de História Oral de Vida, na qual o emprego da história implica, antes de mais nada, a adoção de técnicas qualitativas de pesquisa. A História Oral, como metodologia de pesquisa, se ocupa em conhecer e aprofundar conhecimentos sobre determinada realidade, padrões culturais, estruturas sociais e processos históricos, obtidos por meio de conversas com pessoas – relatos orais – que, ao descreverem suas lembranças pessoais, constroem uma visão mais concreta da dinâmica de funcionamento e das várias etapas da trajetória do grupo social ao qual pertencem, ponderando esses fatos pela sua importância em suas vidas. Nas palavras de Ferrarotti (1993, p.183):

> [...] cada vida individual, todas las vidas individuales, son documentos de una humanidad más amplia con sus discontinuidades históricas. El hilo que une estos mosaicos biográficos, singulares o colectivos, en sus diferentes perspectivas, es la articulación del tiempo recogida en su doble aspecto de experiencia individual y colectiva, de los momentos que se integran recíprocamente.

O que possibilita que indivíduos pertencentes a segmentos sociais, geralmente excluídos, possam ser ouvidos e terem registrado suas próprias visões de mundo, que refletem aquela do grupo social a que pertencem. Dessa forma, Thompsom (1981, p. 337) afirma “A história oral devolve a história as pessoas em suas próprias palavras. E ao lhes das um passado, ajuda-as também a caminhar para um futuro construído por elas mesmas.”

O relato ganha importância especial quando consideramos que as classes hegemônicas da sociedade têm na escrita o ser marco essencial, o seu suporte para contar sua história, e que a classe não-hegemônica, não dispõe das mesmas condições para desenvolver o dom da escrita e contar sobre sua vida. Além da aplicação da Historia Oral, foi realizado o levantamento socioeconômico do recorte do campo, com as famílias que participaram da aplicação da história oral, é importante além de trazer e expor esses relatos, mostrar de forma real as dificuldades econômicas que essas famílias vivem, expor que estão ali por falta de condições, vinda de uma sociedade capitalista que visa o lucro e não o bem estar de todos os indivíduos, onde as oportunidades são reais para quem possuem condições financeiras, já os que não são pertencentes dessas são subjugados e invisibilizados perante a sociedade.

O espaço vivido: ocupação do Córrego Sem-Dúvida

Para adentrar na realidade do espaço vivido da ocupação foco da pesquisa, cabe considerar que no decorrer de sua história, Londrina cresce continuamente, tendo um processo de urbanização de acelerado, passando de 134.821 habitantes, em 1960, que concentrava 57,40% na cidade, para 447.065, em 2000, sendo que 96,94% estavam localizadas no espaço urbano, já em 2010, contava com um total de 506.701 habitantes com 493.520 habitantes (97,4%) residindo no espaço urbano e 13.181(2,6%) habitantes encontravam-se no espaço rural. Segundo estimativa chegou a 575.377 pessoas em 2020, (IBGE, 2022). Essa dinâmica urbana é acompanhada pelos problemas de acesso a uma habitação, pois a instalação dos Conjuntos Habitacionais, não foram suficientes para amenizar o problema habitacional, principalmente para a população mais pobre, fomentando o surgimento das ocupações irregulares (favelas). Bortolotti (2007, p. 119) declara:

> Desde o período da fundação de Londrina, o déficit habitacional aumentou ano após ano. Num primeiro momento, muitas famílias que chegavam de ônibus e caminhões improvisados, popularmente chamados de "pau-de-arara", não tinham onde se fixar. Nos anos de 1970, a crise se agravou com o surgimento de nove favelas ocupando os fundos de vale e áreas vizinhas. A maior parte da população era composta por crianças, 61% do total de moradores. A média do número de integrantes por família era de 5,6 pessoas, e 66,33% das famílias tinham renda menor que um salário-mínimo.

Essa realidade passou a figurar na preocupação do poder local, pois foram concretizados em Londrina conjuntos habitacionais, com início das atividades, na década de 1970, da COHAB–LD construídos, com recursos federais. Contudo, a política pública habitacional vinculada ao ente federal, não conseguiu atender a forte demanda por moradia, principalmente da população de baixo poder aquisitivo, tendo em vista, o ordenamento do território assentado em um desenvolvimento geograficamente desigual próprio do modo de produção capitalista, que comanda a produção do espaço urbano mediante a concentração da estrutura fundiária e do poder político, econômico nas mãos de uma elite que assume as diretrizes desta matriz. Que remete a premissa de Villaça (2011, p. 37) que "[...] nenhum aspecto da sociedade brasileira poderá ser jamais explicado /compreendido se não for considerada a enorme desigualdade econômica e de poder político que ocorre em nossa sociedade".

Nesse contexto, a segregação urbana em Londrina fica em evidência ao se constar a existência de 68 ocupações (favelas), com 3.890 famílias, sendo que 107 famílias se localizam no espaço rural, totalizando 3.997 (COHAB-LD, 2017). Em

relação a demanda habitacional geral, eram 57.492 famílias na lista de espera do cadastro da COHAB-LD, em 2018. Tal fato remete a conclusão do estudo realizado por Marques e Antonello (2018, p. 43) sobre a coerência entre o Estatuto da Cidade (2001) e o Plano diretor municipal de Londrina ao afirmarem que: "[...] percebemos que o grau de coerência entre as leis se enfraquece à medida que o PDPML não incorpora estratégias concretas para promover o acesso à moradia e à terra urbanizada e principalmente bem localizada para a população que necessita".

Em relação a ocupação do Córrego Sem-Dúvida encontrava-se com aproximadamente 200 famílias no entorno do Córrego e mais 18 famílias localizadas na última ocupação realizada no campo de futebol, em 2017 (Figura 2), que foi construído na revitalização de 2014, totalizando assim, aproximadamente 218 famílias vivendo no fundo de vale do Córrego Sem-Dúvida.

Fonte: Trabalho de campo (2019). Fotografias: As autoras.

Figura 2. Áreas de ocupação no Córrego Sem-Dúvida.

Por se tratar de uma ocupação em fundo de vale e em APP – As áreas de preservação permanente são áreas que se caracterizam pela proteção que recebem segundo o artigo 3º, inciso II da Lei Federal nº 12651/12. Tal dispositivo reconhece que podem ou não estar cobertas por vegetação nativa e tem "[...] função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (LEI FEDERAL, 2012). Nesse sentido, a referida ocupação não é passível de regularização fundiária, o local não possui rede de esgoto e as casas que se encontram na antiga área de revitalização possuem fossa simples, sendo assim suscetível a contaminação dos lençóis freáticos, por se tratar de um córrego que possui várias nascentes (Figura 3). Já as casas que fazem divisa com a rua Ana Caputo, pelo declive do terreno, não possuem as fossas, assim todo o rejeito sanitário vai para o curso d'agua, fato preocupante, tendo em vista a crise hídrica e a contaminação da hidrografia urbana (ALMEIDA, 2010). Em relação a energia elétrica e água potável, ambos são realizados por meio de acesso clandestino.

Por se tratar de uma ocupação na qual fica em frente a um bairro (C. H. Maria Cecilia) a questão da coleta de lixo não é um problema, os moradores acabam juntando o lixo com os das residências do bairro ou ateando fogo nos fundos de suas casas, neste último aspecto se torna um problema de poluição urbana. No entorno possui escolas – municipal e estadual – mas não são todas as crianças da ocupação que frequentam, sendo que 13,1% dessas crianças se encontram fora da escola (COHAB, 2017), os moradores têm acesso a posto de saúde, mercado e transporte público, apesar de estarem à inseridos na cidade informal, os aparatos básicos são distribuídos no bairro formal vizinho a ocupação.

Fonte: Trabalho de campo (2019). Fotografias: As autoras.

Figura 3. Nascentes do Córrego Sem- Dúvida.

A estrutura das casas é bem diversificada, são desde barracos improvisados com madeira a casas de alvenaria (Figura 4), as casas mais antigas possuem TV a cabo, portão e até numeração (numeração feita pelos próprios moradores para identificar as casas). Observa-se a fiação da ligação clandestina na energia, pessoas que construíram suas casas com ajuda de familiares. Conforme Oliveira; Davi e Antonello (2020, p.4) a autoconstrução nas ocupações expressa o saber popular, o qual é exercitado no espaço vivido na luta pela sobrevivência, já que "Os homens e mulheres sem conhecimento técnico e científico do campo da arquitetura e engenharia conseguem construir suas próprias moradias".

Fonte: Trabalho de campo (2019). Fotografias: As autoras.

Figura 4. Tipos de construções da Ocupação.

Quando se pensa em ocupação irregular, normalmente vem à cabeça apenas as casas de madeira mal construída e levantadas com todo tipo de material reutilizável, mas, essa realidade é mutante, vinculada as condições que dos atores socais disponibilizam ou obtém mediante a rede de solidariedade. Na ocupação do Córrego Sem-Dúvida encontramos as duas realidades, mas, o que mais predomina são as casas de alvenaria que já possuem numeração, que são cercadas, possuem seus jardins e suas hortas, possuem acesso a TV a cabo (geralmente esses ocorrem de forma clandestina) e, existem os que transformaram a frente de sua casa em seu próprio negócio. Essas casas mais estruturadas são as mais antigas da ocupação, remanescentes da segunda ocupação de 2015.

Mas na realidade, pelo fato de a ocupação estar mais estruturada, os moradores têm a esperança de que o local possa ser regularizado, não sendo o caso da Ocupação do Córrego, principalmente, por se tratar de uma área de preservação permanente. A COHAB-LD não possui planos de retirada desses moradores para um local regular (conjunto habitacional), muito menos um projeto

de regularização fundiária. Ao realizar os trabalhos de campo in loco, para explicar a técnica de pesquisa (história oral) mediante a realização de entrevistas (as entrevistas realizadas seguiram o princípio da ética em pesquisa, perante autorização do entrevistado, que permitiu a utilização do seu primeiro nome), verificou-se junto aos moradores que, estão há mais de seis anos esperando um retorno da COHAB-LD, sempre indo atualizar o cadastro a cada seis meses, mas ainda sem perspectiva de serem contemplados. Em entrevista com o morador Paulo, sobre o cadastro e retorno da COHAB, ele nos relatou:

> Tô tentando a dezessete anos, aí de seis em seis meses eu volto lá para renovar, mas até agora não tive retorno, eles falam que na hora que aparecer, eles entram em contato. O Cadastro tá no meu nome, mas a dos meus filhos e esposa também tá lá. (Informação verbal, 5 de fevereiro de 2020).

Sem perspectiva e falta de retorno pela COHAB-LD, esses indivíduos veem como única solução, procurar moradia em ocupações irregulares. De acordo com morador Paulo, antes de vir a morar na ocupação do Córrego Sem-Dúvida, vivia na ocupação do São Jorge, onde sua mãe conseguiu um terreno ao lado de sua casa para que ele fosse morar com sua família, mas teve que sair de lá após uma discussão familiar. Assim, conseguiu uma moradia de favor na mesma localidade, mas como o proprietário precisou do imóvel, após dois anos, sem alternativa, vieram para ocupação do Córrego Sem-Dúvida, indicado pelo primo dele que vive na nela. Além da COHAB-LD, que realiza os cadastros e deveriam realizar o acompanhamento desses moradores, o outro recurso que esses indivíduos procuram é o CRAS do território, onde são auxiliados pelas Assistentes Sociais da instituição.

Observou-se no estudo de campo (pesquisa empírica) a dificuldade do sistema de assistência social do município, em definir qual território de atuação inserir as famílias da ocupação, pois a Ocupação do Córrego Sem-Dúvida compreende a extensão da Rua Ana Caputo Piacentini, esta rua percorre os conjuntos Habitacionais Maria Cecília Serrano de Oliveira, Engenheiro Luiz de Sá, Engenheiro Aquiles Stenghel e Jardim Primavera, assim, a dificuldade do CRAS – NORTE B – é grande para identificar quem eles atendem. A ocupação do Córrego é tratada como extensão do Conjunto Habitacional Maria Cecília Serrano, e os moradores da ocupação são cadastrados como pertencentes desse Conjunto Habitacional. Em uma das visitas realizadas ao CRAS, a Assistente Social, em uma das conversar sobre essa dificuldade de saber quem eles estão atendendo e a falta desse controle em relação ao bairro e a ocupação, ela relata:

> O pessoal vem aqui buscar algum serviço, e para não falar que moram na ocupação da Ana Caputo, eles falam que é do bairro atravessando a rua né, ali no Maria Cecília, daí cadastramos eles como se fossem do bairro mesmo. Como que para alguns serviços não precisa mais comprovar endereço, não temos o controle da onde são mesmo, sendo que o pessoal da ocupação não tem nem como comprovar que moram em uma casa né. (Informação verbal, 5 de março de 2020).

É clara a dificuldade de controle dessas famílias que vivem na ocupação, a não realização de um levantamento e acompanhamento contínuo faz com que esses indivíduos fiquem cada vez mais na informalidade e à mercê da própria sorte, além de dificultar o trabalho do CRAS na prestação adequada dos serviços. Já em relação ao perfil socioeconômico da população, segundo levantamento, é de baixa renda com vários indicativos de vulnerabilidade social. Características que é comum as demais áreas de ocupação irregular no município de Londrina. São indivíduos que sua maioria, recebem auxílio do bolsa família, sendo aproximadamente 51,4% das famílias, 23,6% não possuem renda, 45,3% das famílias recebem de 1 a 2 salários-mínimos, sendo a renda média das famílias da ocupação em torno de R$ 941,30. Dos indivíduos da ocupação, aproximadamente 10,6% possuem trabalho informal, 4,1% são aposentados, 27,8% não trabalham e 24,3% são estudantes bolsistas. Lembrando que são dados aproximados, realizados no último levantamento feito pela COHAB-LD (2017) sobre a renda dos moradores da ocupação.

Em conversa com o morador Paulo, perguntei quantas pessoas moram na casa e quantas contribuem com a renda familiar, ele relatou que:

> Mora aqui na casa eu, minha esposa, três filhos e um neto. Um filho de dezessete anos, faz dezessete agora dia 25 de março, um de oito anos e uma menina de vinte. Era pra ter outra moça de dezoito anos, mas faleceu com dez dias de nascido. E só eu que trabalho, aí por causa do problema de saúde do meu moleque, que tem problema no coração, aí o médico encostou. Ele recebe, mas como ela é responsável o benefício 'tá' no nome dela (esposa). Trabalho de campo (Informação verbal, 5 de fevereiro de 2020).

O morador Paulo sai de sua casa às 4 horas da manhã para pegar a condução e ir ao trabalho e chega no final da tarde, sustenta sozinho a família, recebendo pouco mais que um salário-mínimo; o auxílio-doença do filho é usado na compra de medicamentos e demais necessidades. São indivíduos que se aglomeram dentro de um ''barraco'' pequeno, ali dividem três cômodos,

apertados e sem estrutura, a exemplo o morador Paulo, sendo o único a ter um trabalho formal, realidade que não é diferente das demais famílias da ocupação, que em alguns casos a única renda que possuem é do auxílio do Bolsa Família, valor que não consegue garantir a comida no prato durante todo o mês.

Em conversa com a Assistente Social, lhe foi perguntado sobre quais os serviços mais solicitados pelos moradores da ocupação, colocou:

> Os que eu sei mesmo que são da Ocupação, vem pedir ajuda com condução para ir em consulta médica no centro, que já estão esperando a tempo sabe. O pessoal é bem simples, as vezes vem tirar dúvida de como chegar no banco e tirar alguma dúvida com funcionário la, o pessoal do banco trata com muita má vontade esse pessoal, alguns cadastros do bolsa família, cesta básica e só. (Informação verbal, 5 de março de 2020).

Vale ressalta que, o CRAS é uma unidade de proteção social básica do Sistema Único de Assistência Social, que tem por objetivo prevenir a ocorrência de situações de vulnerabilidade e riscos sociais nos territórios, por meio do desenvolvimento de potencialidades e aquisições, e da ampliação do acesso aos direitos de cidadania. O CRAS auxilia os moradores com o cadastro do Bolsa Família, no qual são beneficiados aproximadamente 51,4% das famílias da ocupação e Benefício de Prestação Continuada (BPC), com aproximadamente 4,7% das famílias da ocupação beneficiadas (COHAB, 2017).

Como citado anteriormente, a segunda ocupação do Córrego Sem-Dúvida, iniciou após a revitalização da área em 2014, onde deveria ser o Campo de Futebol do fundo de vale. De acordo com o Morador Paulo, foi perguntado a quanto tempo estava morando ali e a quanto tempo essa ocupação do campo já existe, ele nos relatou que:

> Já fez dois anos que tô aqui, aqui no campo já tem cinco anos, quando eu mudei pra cá já tava com três anos. Tem o meu primo que mora do outro lado aqui do córrego, que é a ocupação também, ele que falou que começaram a construir uns barracos aqui. Aqui no campo tinha poucas famílias, tinha aqueles dois barraquinhos lá (aponta para o barraco ao lado do seu), o resto tava vazio. Aí tinha um rapaz construindo ali (apontou para o outro lado do campo) e eu comecei aqui, ai de repente encheu. (Informação verbal, 5 de fevereiro de 2020).

Por meio das visitas de campos, pode se notar que atualmente na segunda ocupação – campo de futebol – possui 22 casas construídas e ocupadas, uma

sendo levantada e duas a venda, sendo uma dessas a venda a casa do sujeito social que relatou a sua história de vida (morador Paulo). Quando questionamos Paulo sobre o porquê da venda da casa e por quanto estaria vendendo, de acordo com ele:

> Muita gente ficou desgostosa de ficar aqui, tá abandonado. Já anunciei pra vender já, não é difícil não, muita gente precisa. Pra construir aqui foi em torno de dez mil, com madeira e tudo, cabo de alumínio, as peças, mas tô pedindo sete mil. (Informação verbal, 5 de fevereiro de 2020).

A esposa de Paulo acabou sofrendo um AVC (março/2020), e pela precariedade da casa e a necessidade de ajuda constante, ela foi levada para a casa da mãe, junto com os filhos. Sendo um dos motivos para a venda da casa e optarem em ir morar para casa de sua sogra, para a melhor recuperação da esposa. Estão a muito tempo aguardando um retorno da COHAB-LD, sem perspectiva de terem a sua casa própria, agora por questões de saúde, sua família composta por seis pessoas, vão se aglomerar na casa da mãe de sua esposa, que já moram em quatro pessoas, sobressai-se uma das variáveis do déficit habitacional brasileiro, a coabitação familiar.

A política pública habitacional não consegue suprir a demanda de pessoas que necessitam de uma moradia e querem sair dessas ocupações irregulares, ocupações essas que muitas vezes não são passíveis de regularização, como a área de estudo. Em contato com a COHAB-LD para tentar obter um posicionamento sobre as ocupações da Zona Norte, foi informado que não possui nenhum responsável atuando nesta área no momento, contudo, salientou que a demanda é grande e que o processo é demorado para que as famílias sejam beneficiadas, e que não poderia passar mais nenhuma informação específica, pois, todos os cadastros estão tramitando.

Tão grave quanto a localização e estrutura destas ocupações irregulares que, evidenciam o desigual acesso desta parcela da população a ambientes urbanos, seguros e salubres, é a sua invisibilidade nos dados censitários do IBGE, pois apresentam condições incompatíveis na infraestrutura urbana, e quando não são discriminados, esses locais não são representados, onde acabam escondendo as características de infraestrutura e as características socioeconômicas desses moradores. A maior parte das políticas públicas e recursos para sanar o déficit habitacional nas cidades brasileiras, provém da esfera federal, que constrói programas para identificar demandas baseando-se sobretudo nos dados do censo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas), como ocorre com a política nacional da habitação. A falta de delimitação destes espaços

pode comprometer os diagnósticos de vulnerabilidade urbana nas ocupações irregulares, uma vez que os índices que identificam e mensuram a vulnerabilidade urbana das ocupações são construídos principalmente com os dados e setores censitários do IBGE (CASTRO, 2018).

São pessoas esquecidas e negligenciadas pela sociedade e pelos órgãos públicos, onde muitas vezes a única assistência disponível é a do CRAS, que claramente não consegue dar conta da demanda, mas tentam supri-la da melhor forma possível. São moradores como o Paulo - há mais de seis anos apenas renovando seu cadastro na COHAB e sem obter nenhum retorno até então - que se encontra obrigado a morar em uma ocupação para conseguir dar um teto para sua família. Cabe destacar o papel de solidariedade no espaço vivido da ocupação, como por exemplo, a moradora Luciane, que se organiza para ajudar as pessoas da ocupação da melhor forma possível apesar das limitações. Em conversa com Luciane, a moradora conta um pouco a respeito do trabalho que realiza, segundo ela:

> Montamos uma ONG junto com a Igreja que fica aqui atrás, na ocupação mesmo, aí ajudamos as crianças com material escolar, ajudamos com verduras e legumes pra distribuir entre as famílias que nos procura lá, fazemos festinhas pras crianças no dia das crianças, páscoa. O nome da ONG é ONG Novo Viver, tem CNPJ, tudo certinho, aí estamos agora arrumando o lugar para cuidar das crianças né, para as mães que trabalham fora. Aí ajudamos o pessoal que nos procura aqui da ocupação do córrego e um pessoal do Aquiles também. Ajudamos em torno de 30 famílias com filhos (Informação verbal, 10 de novembro de 2019).

Luciane está há cinco anos na ocupação, foi umas das primeiras casas do campo de futebol, mora com seu marido e seus três filhos, seu marido possui trabalho informal, e ela fica em casa cuidando dos filhos e ajudando na ONG. Luciane nos relatou que moravam em uma casa alugada próximo a ocupação do Córrego, mas como o marido perdeu o emprego não conseguiram continuar a pagar o aluguel, assim resolveram morar na ocupação, sendo a única saída no momento, desde então estão realizando o cadastro na COHAB-LD, mas sem retorno a quase nove anos.

Observa-se que o espaço vivido das famílias na informalidade das ocupações, é negligenciado e esquecido pelo poder público e pelo órgão responsável pela habitação. Já o CRAS trabalha e sobrevive com o mínimo de recurso que lhe é repassado, e o que se vê são pessoas como a moradora Luciane, que com o apoio de outros moradores da ocupação tentam ajudar as famílias mais vulneráveis, arrecadando alimentos, produtos de limpeza, higiene e material escolar para as crianças, para que possam distribuir entre as famílias que mais precisam.

Atualmente a ONG na qual a moradora Luciane faz parte, ajuda 30 famílias (cinco do Conjunto Habitacional Primavera I), e um total de 56 crianças, sendo que para alguns que são ajudados, a única coisa que eles têm vem da ONG ou do CRAS, essas iniciativas de solidariedade possibilitam criar a força de resistência destes territórios para se manter na luta por uma moradia digna para essas famílias.

Levantamento socioeconômico das famílias da ocupação da área do campo

No início de 2021 foi possível a realização do levantamento da área ocupada do campo, por ser uma área de menor extensão na ocupação e visando a segurança de todos diante a COVID-19. Levando em conta o último levantamento realizado pela COHAB-LD em 2017 onde foi contemplado apenas as casas da extensão da rua Ana Caputo, a área do campo não possuía levantamento discriminado até então, sendo assim, os dados disponibilizados no Quadro 1, referente ao levantamento realizado no recorte espacial do Campo, área que foi criada na revitalização de 2014, e ocupada no ano de 2015/2016.

Na área do campo, encontram-se 57 indivíduos, compondo 20 famílias, onde 30% compostas por dois integrantes, 10% por seis e 5% composto por nove ou mais da mesma família. A composição do grupo, referente a distribuição por idade, é composta por 45% menores de 18 anos, 20% jovens de 18 a 24 anos e 30% idosos de 60 anos ou mais.

Quadro 1. Perfil socioeconômico das famílias.

Perfil Sócio Econômico do Grupo Familiar

Total de Famílias	20
Total de entrevistados	57

Tamanho da Família	**Total**	**%**
1	5	25%
2	6	30%
3	5	25%
4	1	5%
5	0	0%
6	2	10%
7	0	0%
8	0	0%
9 ou mais	1	5%

Composição do Grupo (Distribuição por Idade)	**Total**	**%**
Sem menores de 18 anos	11	55%
Com menores de 18 anos	9	45%
Com crianças com até 4 anos	5	25%
Com crianças de 5 a 10	3	15%
Com crianças de 11 a 14	1	5%
Com adolescentes de 15 a 17	1	5%
Com jovens de 18 a 24	4	20%
Com idosos (60 ou mais)	6	30%
Com mulher sem dependentes	2	10%
Com homem sem dependentes	4	20%
Com mulher chefe da família	4	20%
Com homem chefe da família	4	20%
Com Casal chefe da família	3	15%
Com casal sem dependentes	3	15%

Gênero	**Total**	**%**
Masculino	29	50,8%
Feminino	28	49,2%

Perfil das Famílias/Diversos	**Total**	**%**
crianças até 2 anos	5	8,8%
crianças de 3 a 4 anos	4	7,0%
crianças de 5 a 10 anos	6	10,5%
crianças de 11 a 14 anos	4	7,0%
adolescentes de 15 a 17	4	7,0%
jovens de 18 a 24	7	12,3%
adultos de 25 a 59	21	36,8%
idosos 60 ou mais	6	10,5%
Total de pessoas	57	100%

Deficiente	**Total**	**%**
Visual	0	0%
Auditivo	0	0%
Mental	0	0%
Físico	0	0%
Múltiplo	1	1,8%

Problemas de Saúde	**Total**	**%**
Apresenta	0	0%
Não apresenta/Não informado	56	98,2%
Faz tratamento	1	1,8%
Não faz tratamento	0	0%

Trabalho e Renda

Renda Familiar Total	Total	%
Sem renda fixa	6	30%
até 1/4 de salário mínimo	1	5%
de 1/4 a 1/2 salário mínimo	1	5%
de 1/2 a 1 salário mínimo	7	35%
de 1 a 2 salários mínimos	5	25%
de 2 a 3 salários mínimos	0	0%
acima de 3 salários mínimos	0	0%

Trabalho	Total	%
Trabalho Formal	2	3,5%
Trabalho Informal	11	19,3%
Aposentado/Pensionista	3	5,3%
Desempregado/Não Trabalha	41	71,9%
Estudante/Bolsista	0	0,0%
Estudante + Trabalho Formal	0	0,0%
Estudante + Trabalho Informal	0	0,0%
Não Informado	0	0,0%

Renda familiar per capta	Total	%
Sem renda fixa	6	30%
até 1/4 de salário mínimo	4	20%
de 1/4 a 1/2 salário mínimo	4	20%
de 1/2 a 1 salário mínimo	4	20%
de 1 a 2 salários mínimos	2	10%
de 2 a 3 salários mínimos	0	0%
acima de 3 salários mínimos	0	0%

Benefícios p/família	Total	%
Recebem BPC	0	0%
Recebem Bolsa Família	10	50%
Recebem PMTR	0	0%
Recebem Cupom Alimentação	0	0%
Auxílio Emergencial	1	5%
Não recebem	9	45%

Escolaridade

Adultos fundamental incompleto	19	33,3%
Adultos médio incompleto	7	12,3%
Adultos médio completo	6	10,5%
Adultos médio completo	2	3,5%

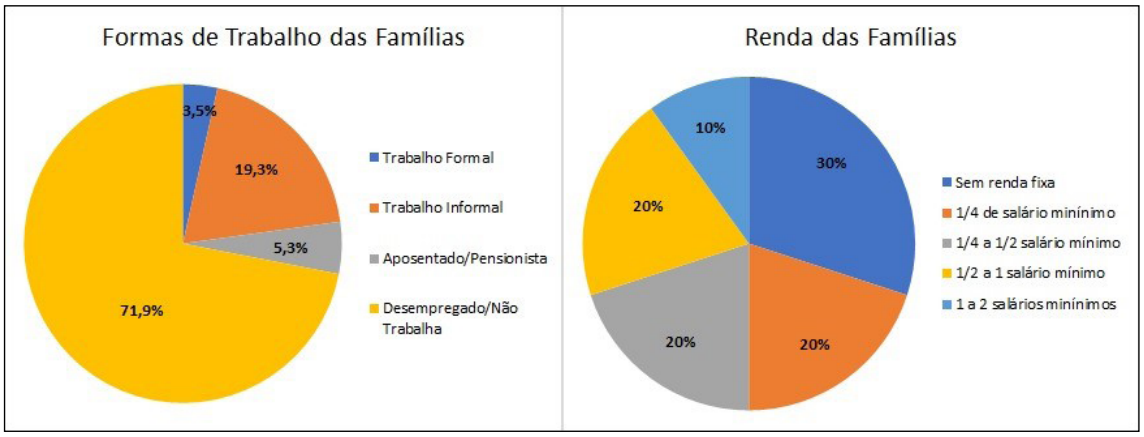
Crianças matriculadas na escola	13	22,8%
Adolescentes matriculados	3	5,3%

Fonte: Pesquisa de Campo (2021). Elaboração: As Autoras.

Do universo de pesquisa, 50,8% são homens, sendo que 25% desses não possuem dependentes e 25,8% são chefes de família. As mulheres correspondem a 49,2%, desse percentual 10% não possuem filhos e 39,2% são chefes de família.

O perfil geral das famílias, com 36,8% composta de adultos entre 25 a 29 anos, 10,5% crianças de 5 a 10 anos e 12,3% jovens de 18 a 24 anos. Sobre trabalho/ renda das famílias (Gráfico 1), 30% não possuem renda fixa, 35% recebem de ½ a 1 salário-mínimo e 25% de 1 a 2 salários-mínimos; 71,9% encontram-se desempregados, 19,3% trabalham na informalidade, apenas 3,5% trabalham de maneira formal e 5,3% são aposentados/pensionistas. Em relação aos que possuem trabalho formal, foi questionado qual teria sido a maior dificuldade que encontraram para conquistar o registro em carteira, foi relatado que questão de morarem na informalidade/ ocupação, isto é, não possuírem a moradia formal, com um comprovante de residência para efetivação do contrato. Por esse motivo muitos perderam o trabalho, como estratégia utilizam o comprovante de endereço de amigos ou parentes para conseguirem a efetivação do trabalho registrado.

Gráfico 1. Trabalho e renda das famílias na Ocupação.



Fonte: Pesquisa de Campo (2021). Elaboração: As Autoras.

Do total das famílias, 30% não possuem renda e 50% recebem Bolsa Família, já em relação a escolaridade, 33,3% possuem o fundamental incompleto e 12,3% com ensino médio incompleto. Com o levantamento realizado, pode-se constar que todas as crianças estão matriculadas, mas estar matriculado não garante a efetivação do aprendizado perante as dificuldades. Com a pandemia, as crianças recebem atividades de forma remota, já os que não possuem acesso, precisam que os responsáveis retirem as atividades na escola. Contudo, é possível inferir que a busca da atividade na escola, não garante o aprendizado em casa, uma vez que não possuem os devidos aparatos para uma sobrevivência digna, quem dirá um ambiente adequado para o aprendizado e ajuda dos familiares quando necessário, o quais não uma formação educacional completa que proporcione auxiliar no processo educativo dos filhos.

Por esse motivo o direito à moradia traz a efetivação de outros direitos que são essenciais, o direito a educação e uma vida digna, o direito ao trabalho, o direito a segurança, o direito a água tratada e recolhimento de esgoto adequado,

direito a uma cama e um teto, a proteção de uma casa e não a sobrevivência dentro de um barraco. Por isso a importância de que esses direitos sejam efetivados para essa parcela da população mais vulnerável.

Considerações finais

Pode-se citar o papel do mercado imobiliário como um agente de exclusão socioespacial, junto com a gestão local, que acabam ‘‘empurrando’’ a população mais pobre para locais cada vez mais isolados e com carência de infraestrutura. A gestão local tem um papel relevante na aplicação das diretrizes previstas no Plano Diretor Municipal, o qual se constitui na principal política de desenvolvimento urbano, visando um planejamento e gestão urbanos voltados para a qualidade de vida da população e para o desenvolvimento sustentável da cidade.

Visto essa responsabilidade, é de grande necessidade que as pesquisas se voltem para temáticas socioambientais para apontar de forma sistematizada, as necessidades e as condições de existência da população, em diferentes escalas do território municipal, na perspectiva que as ações do poder público possam estar baseadas em critérios técnicos, contribuindo para que as cidades consigam ter efetivamente um desenvolvimento mais equilibrado e igualitário. Assim, defende-se uma atuação imediata de intervenção no território, pautada na realidade que vivem as famílias da ocupação (favela), agravada pela crise econômica e sanitária com a pandemia do Covid 19, considera-se as seguintes estratégias, como recomendações ao poder público:

a) disponibilizar a Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (Lei Nº 11.888/2008) como objetivo de construir ou melhorar os domicílios precários, para amenizar o adensamento excessivo, bem como criar estratégias para inibir a poluição hídrica;

b) determinar uma regulamentação para manter os preços dos aluguéis para a população de baixo poder aquisitivo, particularmente de situação de desemprego, com a possibilidade de implementar o aluguel social;

c) firmar parcerias público-privada para ampliar a rede de internet nas áreas periféricas, em função do ensino remoto, uma vez que as aulas estão sendo ministradas de forma remota, e as crianças não estão conseguindo dar continuidade nos estudos, por falta de acesso a rede de internet, além de computadores (outro elemento para se pensar na doação de equipamentos para famílias em situação de vulnerabilidade social);

d) “despejo zero”, paralisar todas as operações de reintegração de posse, principalmente em área de ocupação irregular.

Nesse contexto, torna-se fundamentais estudos detalhados dessas áreas de relevância ambiental e social, para trazer para a tela a realidade dessas famílias

e os impactos gerados perante a ineficácia do poder público, ao não aplicar os instrumentos de planejamento urbano que possam transformar essas condições precárias de habitabilidade da população que vive nas áreas informais. Não apenas expor essa realidade, mas cobrar a efetivação dos órgãos responsáveis para que se tenha um plano de ação que proporcione uma perspectiva real de mudança para essas famílias que vivem em vulnerabilidade socioambiental. Por conseguinte, o intuito desta investigação foi contribuir para se analisar o espaço vivido nas informalidades das famílias da ocupação, na luta de incluir na pauta da agenda do Estado a questão das políticas territoriais e, particularmente, caminhar para se atingir um dos objetivos propostos pela ONU "Para transformar o nosso mundo" - Agenda 2030: ODS11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis).

Referências

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos:** bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 2010.

BARROS, M.V.F.; SCOMPARIM, A.; KISHI, C. S.; CAVAGLIONE, J. H.; ARANTES, M.R.L.; NAKASHIMA, S. Y.; REIS, T. E. S. Identificação das Ocupações Irregulares nos Fundos de Vale da Cidade de Londrina/PR por Meio de Imagem Landsat7. **Revista RA'E GA**, Curitiba, 7, 47-54, 2003.

BORTOLOTTI, João Baptista. **Planejar é preciso:** Memórias do Planejamento de Londrina. Editora Midiograf: Londrina, 2007.

BRILHANTE, O. M. Environmental Management in Middle and Small Cities in Latin America. In: **International Conference on water and sanitation**. Medelin, 2000.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

CASTRO, Letícia de. **Invisibilidade das favelas de Londrina nos dados censitários do IBGE:** implicações nos diagnósticos urbanos de vulnerabilidade. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2018.

CARLOS, A. F. A. A prática espacial urbana como segregação e o direito à cidade como horizonte utópico. In: VASCONCELOS, Pedro de Almeida; CORRÊA, Roberto Iobato; PINTAUDI; Silvana Maria (orgs). **A cidade contemporânea:** A segregação espacial. São Paulo: Contexto, 2013.

COHAB-LD – **Companhia de Habitação de Londrina**. Disponível em: <http://www2.londrina.pr.gov.br/cohab>. Acesso em: 10 de out. de 2018.

CORRÊA, R. L. Rede urbana e formação espacial – uma reflexão considerando o Brasil. **Revista Território**, v. 8, p.102-121. Rio de Janeiro, 2000.

FERRAROTTI, Franco. Industrialización e Historias de Vida. **Revista Historia y Fuente Oral**, v.9, p.110-131. Barcelona, 1993.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VAGAS. **Déficit habitacional é problema comum a toda as regiões**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/13227?show=full>. Acesso em: 20 de nov. de 2019.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censos Demográficos.** Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 15 de jan. 2022.

LIMA, T. (2021). **Fome Coletiva, Pandemia e Genocídio.** Como a conjuntura do País afeta o ambiente público e o empresarial. Estadão - Gestão, Política & Sociedade. Disponível em: <https://politica.estadao.com.br/blogs/gestao-politica-e-sociedade/fome-coletiva-pandemia-e-genocidio/>. Acesso em: em 30 de mar. de 2021.

LONDRINA, PREFEITURA MUNICIPAL. **Lei n. 10.637**, de 24 de dezembro de 2008. Institui as diretrizes do Plano Diretor Participativo do Município de Londrina - PDPML e dá outras providências. Londrina: Câmara Municipal, 2008.

MARQUES da Costa, E; ANTONELLO, I. T. Urban Planning and Residential Segregation in Brazil-The Failure of the -Special Zone of Social Interest-Instrument in Londrina City (PR). **Sustainability,** v.13, p.13285 - 13304, 2021.

MARQUES da Costa, E.; ANTONELLO, I. T. Avaliação das Políticas de Ordenamento do Território: uma análise comparativa aplicada entre Portugal e o Brasil. **Soc. Nat**, Uberlândia, MG, v.30, n.1, p.29-52, 2018.

MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades:** alternativas para a crise urbana. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

OLIVEIRA, A. P DA S; DAVI, A. N.; ANTONELLO, I. T. Atores que produzem e moldam o espaço urbano: A autoconstrução como expressão do saber popular na ocupação do Córrego Sem Dúvida em Londrina (Paraná, Brasil). **Geographia Opportuno Tempore**, v. 2, p. 24-42. Londrina, 2020.

ROLNIK, Raquel. **Segregação urbana aceita na ditadura segue sendo o padrão.** São Paulo, 2021. Disponível em: <http://www.viomundo.com.br/denuncias/raquel-rolnik-segregacao-urbana-adotada-na-ditadura-militar-segue-sendo-o-padraonobrasil.html>. Acesso em: 20 de fev. de 2021.

SANTOS, B. Os Processos da globalização. In: RIBEIRO, W (Org.) **A globalização e as Ciências Sociais.** Cortez: São Paulo, 2000. p. 25-102.

SPOSITO, M. A urbanização da sociedade: reflexões para um debate sobre as novas formas espaciais. In: DAMIANI, A.; CARLOS, A. & SEABRA (Organizadores). **O espaço no fim de século:** a nova raridade. São Paulo: Contexto, 1999. p. 83-99.

THOMPSON, P. **A voz do passado:** história oral. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

VILLAÇA F. São Paulo: segregação urbana e desigualdade. **Revista Estudos Avançados**, v.*25*, p.37-58, São Paulo, 2011.

DINÂMICA MULTITEMPORAL DE FOCOS DE QUEIMADAS E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, EM ANGOLA NOS PERÍODOS 2009-2010, 2014-2015 E 2018-2019

MULTITEMPORAL DYNAMICS OF FIRE FOCUSES AND CLIMATE VARIABLES, IN ANGOLA IN THE PERIODS 2009-2010, 2014-2015 AND 2018-2019

Khokhy Sefo Maria Barros[1]
António Paulo Mateus[2]
João Francisco de Sousa Gaspar da Silva[3]

Introdução

O fogo é uma reação química que envolve uma fonte de ignição (energia), material combustível e oxigênio. Em alguns ecossistemas florestais, esse fenômeno ocorre naturalmente, como no caso do bioma Cerrado, onde a vegetação aberta, a baixa umidade relactiva do ar e as altas temperaturas propiciam a origem de queimadas naturais, principalmente por descarga elétrica (COUTINHO, 1990).

Defini-se bioma como uma área do espaço geográfico, com dimensões territoriais de mais de um milhão de quilômetros quadrados e que tenha por características a uniformidade de um macroclima definido, de fitofisionomia, organismos vivos associados e outras condições ambientais, como, por exemplo, ocorrência do fogo. Todas essas características conferem estrutura, funcionalidades e ecologia peculiares (COUTINHO, 1980).

Por milhares de anos, o fogo exerceu papel importante no estabelecimento de comunidades da fauna e da flora em grandes biomas, por meio de adaptações às condições adversas deste fenômeno. Segundo Coutinho (1976), demonstrou a existência de tipo de adaptações pirofíticas (adaptações ao fogo), em espécies vegetais. Outros estudos experimentais mostram a importância desse fenômeno no processo dinâmico do crescimento, morte e sucessão das comunidades vegetais, constituindo parte integrante desse ecossistema (COUTINHO, 1990).

1 Mestre em Sistema de Informação Geográfica, Professor Assistente Estagiário no Instituto Superior Politécnico de Ndalatando. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7487-6830. E-mail: sefobarros@gmail.com.
2 Mestre em Engenharia Ambiental, Professor Assistente Estagiário no Instituto Superior Politécnico de Ndalatando. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0220-9631. E-mail: apmateus86@gmail.com.
3 Doutor em Ciências Aplicada da Terra, Professor Catedrático da Universidade Agostinho Neto Faculdade de Ciências Naturais, Presidente do Instituto Superior Politécnico de Ndalatando. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0773-7043. Email: jszitosilva2011@gmail.com.

Características da paisagem, tais como formações rochosas (que servem de abrigos), grande variedade de frutos e riqueza em caça, favoreceram a ocupação e a fixação humana em estes lugares, bem como no desenvolvimento dos aspectos culturais específicos e as interações com o meio ambiente (BARBOSA; SCHMIZ, 1998).

Com a ocupação destes lugares pelo homem, o advento do fogo tornou-se mais frequente, sendo utilizado para abrir novas frentes agrícolas, para limpeza de área para plantios, para a formação de pastagens ou por incendiários (SOARES, 1988).

Desde então, este lugar vem sofrendo constantes pressões antrópicas e, por isso, foi incluído na lista das "hotspots" (SILVA; BATES, 2002), áreas prioritárias para direcionar recursos destinados à preservação. Apesar desse reconhecimento, o uso indiscriminado do fogo para manejo de pastagens, abertura de novas frentes agrícolas e preparo do solo para plantio ainda provoca perturbações em grande escala, o que afeta o equilíbrio desse bioma.

Devido à grande extensão territorial do Angola, o monitoramento da ocorrência de incêndios ou queimadas vem sendo realizados por meio do sensoriamento remoto, possibilitando detectar focos de calor, servindo como subsidio para definir estratégias de prevenção e combate a incêndios (PIROMAL el al., 2008).

Os dados de focos de calor são captados pelos sensores dos satélites, na qual o termo focos de calor refere - se a temperaturas registradas acima de 47º C e são detectados pelos sensores presentes nos satélites, o que nem sempre faz referência a focos de fogo ou incêndio (INPE, 2014). Segundo Graneman e Carneiro (2009) os sensores a bordo dos satélites têm contribuído para detectar e localizar em tempo real os focos de calor. Jesus et al. (2011) considera que a localização das ocorrências dos focos de calor é importante para poder definir estratégias de combate e prevenção de incêndios.

Actualmente o monitoramento de queimadas e incêndios florestais faz uso de algumas ferramentas tecnológicas, tais como sensores presentes nos satélites NOAA-12, NOAA-15, NOAA-16, TERRA e AQUA_M-T (INPE, 2014). O satélite NOAA-12 opera em cinco bandas, onde a banda três é utilizada para detectar focos de calor, isso devido operar na faixa do infravermelho termal, sendo sensível a fontes de calor e cobre todo Angola, com seis passagens diárias (MMA, 2013). Os satélites NOAA-12 e AQUA_M-T são considerados os mais adequados para a detecção de focos de calor, pois opera a uma altitude de 810 e 700 km respectivamente, possibilitando maior precisão na obtenção dos dados (INPE, 2014).

Segundo Fonseca e Ribeiro (2003) as informações das áreas com focos de calor com intervalos menores contribuem com a prevenção de incêndios, já que possibilita elaboração de mediras de contenção e controle. Ainda de acordo Santos et al. (2011) o uso de ferramentas de Sistema de Informação Geográfico

é importante para identificação das ocorrências de incêndios, sendo possível monitorar grandes áreas.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, desenvolve trabalhos de monitoramento desde a década de 1980 (SOUZA et al., 2004), sendo disponibilizado, na internet, um banco de dados com informações sobre focos de calor, tais informações são utilizadas por diferentes usuários, como instituições governamentais, pesquisadores, mídia, e outras entidades interessadas com os dados disponibilizados.

Matérias e métodos

Os dados de focos de queimadas de Angola, foram obtidos por meio do portal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil (INPE), que trata do monitoramento de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites. Tais satélites detectam frente de fogo com no mínimo de 30 m de extensão por 1 m de largura e marca uma coordenada para cada frente detectada (INPE, 2016), gerando assim, dados no modelo vetorial expresso por pontos.

Para a pesquisa usou-se dados dos satélites de referência, cujas informações diárias de focos detectados são usadas para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões em períodos de interesse (INPE, 2017).

Dados de Desmatamento

A imagem classificada com dados de desmatamento foi obtida do Projecto de Monitoramento da Florestas Angolanas. O projecto PRODES realiza o monitoramento por satélite do desmatamento por corte raso das florestas desde 1988, as taxas anuais de desmatamento na região, que são usadas pelos governos para o estabelecimento de políticas públicas. Este projecto utiliza imagens de satélites da classe LANDSAT 8 de 30 metros de resolução espacial e taxa de revisita de 16 dias numa combinação que busca minimizar o problema da cobertura de nuvens e garantir critérios de interoperabilidade (INPE, 2019).

Dados Climáticos

Os dados de temperaturas e precipitação foram obtidos através da plataforma de computação em nuvem *Google Earth Engine* (GEE). Esta plataforma é baseada na nuvem que consiste em um catálogo de dados com mais de 40 anos de imagens históricas e actuais de sensoriamento remoto para análise de dados

ambientais em escala mundial que são pré-processados, georreferenciados e estão prontos para uso (SANTOS, 2011).

Para a coleta da temperatura foi utilizando o produto do sensor MODIS MOD11A2. O produto MOD11 compreende a coleção C5 de dados de temperatura e emissividade da superfície terrestre (diurnos e noturnos) em uma composição sem nuvens no período de 8 dias e com uma resolução espacial de 1 km.

Para a precipitação utilizou-se o produto do Grupo de Riscos Climáticos Precipitação Infravermelha com Estações (*Climate Hazards Group Infra Red Precipitation with Station Data - CHIRPS*) que se baseia em longos períodos de estimativas de precipitação em observações por infravermelho (*Cold Cloud Duration - CCD)* (FUNK, 2015). O algoritmo é construído por informações de satélite para representar locais de baixa medição, incorpora estimativas diárias de precipitação e combina dados de estações para produzir uma análise preliminar, produzindo informação com uma estimativa de cerca de 5 dias (Gorelick, 2017).

Bases Cartográficas

Os dados de limites estaduais, municipais de Angola foram obtidos através do Ministério do Território e Reforma do Estado, que disponibiliza de forma gratuita na área de geociências. Estes dados apresentam informações da pesquisa relativas aos municípios tomados individualmente, incluindo sua classificação de centralidade.

Cálculo do Risco de Fogo Observado

O Risco de Fogo Observado (RF) é calculado com dados meteorológicos observados e a ocorrência de focos. A partir dele são determinados os demais riscos, como o “Risco Previsto” para até três dias com os modelos ETA (SISMANOGLU; SETZER, 2004b) e Global T213, e o “Risco Futuro” semanal para até 4 semanas aplicando o ETA com rodadas mais estendidas (Sismanoglu e Setzer, 2004c). A sequência de cálculos do Risco de Fogo, criada e aprimorados por Setzer (INPE,2004) desde 1998 está resumida e:

1) Determina diariamente para a área geográfica de abrangência, o valor da precipitação em mm acumulada para onze períodos imediatamente anteriores, de 1, 2, 3, 4, 5, 6 a 10, 11 a 15, 16 a 30, 31 a 60, 61 a 90, e 91 a 120 dias. Os dados pontuais das estações de superfície são “krigados” (interpolados) para toda área, ou são determinados a partir das estimativas do hidroestimador, dependendo da versão utilizada do Risco de Fogo.

2) Calcula os "Factores de Precipitação", (FP), com valor de 0 a 1, para cada um dos onze períodos, por meio de uma função exponencial empírica da precipitação em milímetros de chuva para cada um deles. As equações são respectivamente:

FP1=exp(-0.14*precip); FP2=exp(-0.07*precip); FP3=exp(-0.04*precip); FP4=exp(0.03*precip); FP5=exp(-0.02*precip); FP6a10=exp(-0.01*precip); FP11a15=exp(0.008*precip); FP16a30=exp(-0.004*precip); FP31a60=exp(-0.002*precip); FP61a90=exp(-0.001*precip), e; FP91a120=exp(-0.0007*precip).

3) Calcula os "Dias de Secura", (S), pela multiplicação dos FP conforme a equação:

$$S = 105 * FP1 * FP2.....FP91a120$$

Nesta equação, uma precipitação de alguns milímetros no dia anterior ao cálculo tem efeito redutor da Secura (***S***) muito maior que se houvesse ocorrido, por exemplo, 2 semanas antes. Assim, incorpora-se no cálculo o regime anual de precipitação, identificando-se é uma precipitação no período de estiagem ou não.

4) Determina o risco de fogo "básico" (RB) para cada um dos cinco tipos de vegetação considerada, por meio da equação:

$$RB^{n=1,5} = 0.9\left[1_{+seno}\left(A_{n=1,5} * PSE\right)\right]_{/2}$$

Tabela 1. Classes de vegetação e constante de reflectancia do sensor.

CLASSE DE VEGETAÇÃO	1	2	3	4	5
Tipo Vegetação	Ombrofila Densa	Ombrofila Aberta	Contato + Campinarana	Estacional + Decídua + Semi-Deciadual	Não Floresta
Constante "A"	1.715	2	2.4	3	4

O Risco Básico tem valor máximo 0,9, e aumenta conforme uma curva senoidal ao longo do tempo, tendo sido este o padrão escolhido pois a variação da intensidade e duração da luz solar ao longo do ano também é senoidal e a fenologia da vegetação naturalmente segue o mesmo ritmo.

A Figura 1 a seguir ilustra a variação do Risco Básico utilizando as equações e conceitos acima. Notar que o eixo dos "dias sem chuva" indica tanto um período real de dias sem chuva, como também os "dias de secura", que correspondem a um período hipotético sem chuva calculado a partir da quantidade e distribuição temporal das chuvas ocorridas. A noção de "dias sem chuva" ou "dias de secura" se constitui no princípio básico deste método.

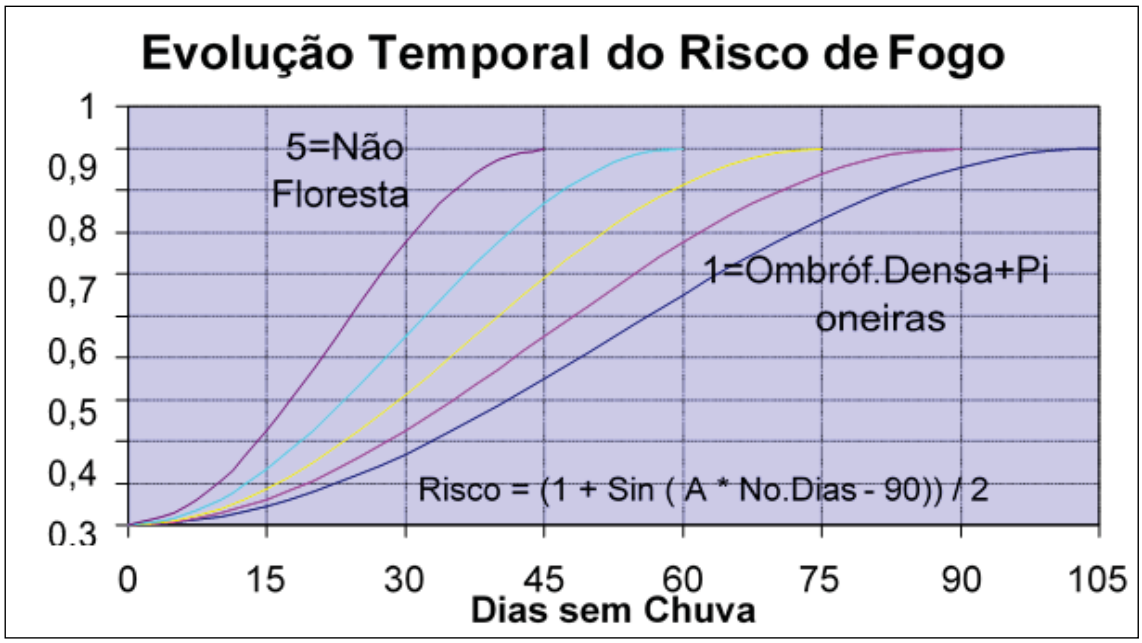


Figura 1. Evolução Temporal do Risco de Fogo, Fonte: INPE/2009.

5) Corrige o risco de fogo para a umidade relactiva mínima do ar. O risco de unidade relativa (RU) aumenta para umidade abaixo de 40% e diminui para valores acima desta referência. Usa-se os dados de umidade das observações das 18h UTC, supostamente seu mínimo. A equação de ajuste linear é:

$$RU = RB * \left(- 0.006 * UR_{\min} + 1.3\right)$$

6) Corrige o risco de fogo para a temperatura máxima do ar. O risco de temperatura (RT) aumenta para temperaturas acima de 30˚ C e diminui para valores abaixo desta referência. Usam-se os dados de umidade das observações das 18h UTC, supostamente seu máximo. A equação de ajuste linear é:

$$RT = RU * (0.02T_{\max} + 0.4)$$

$$RF = RU$$

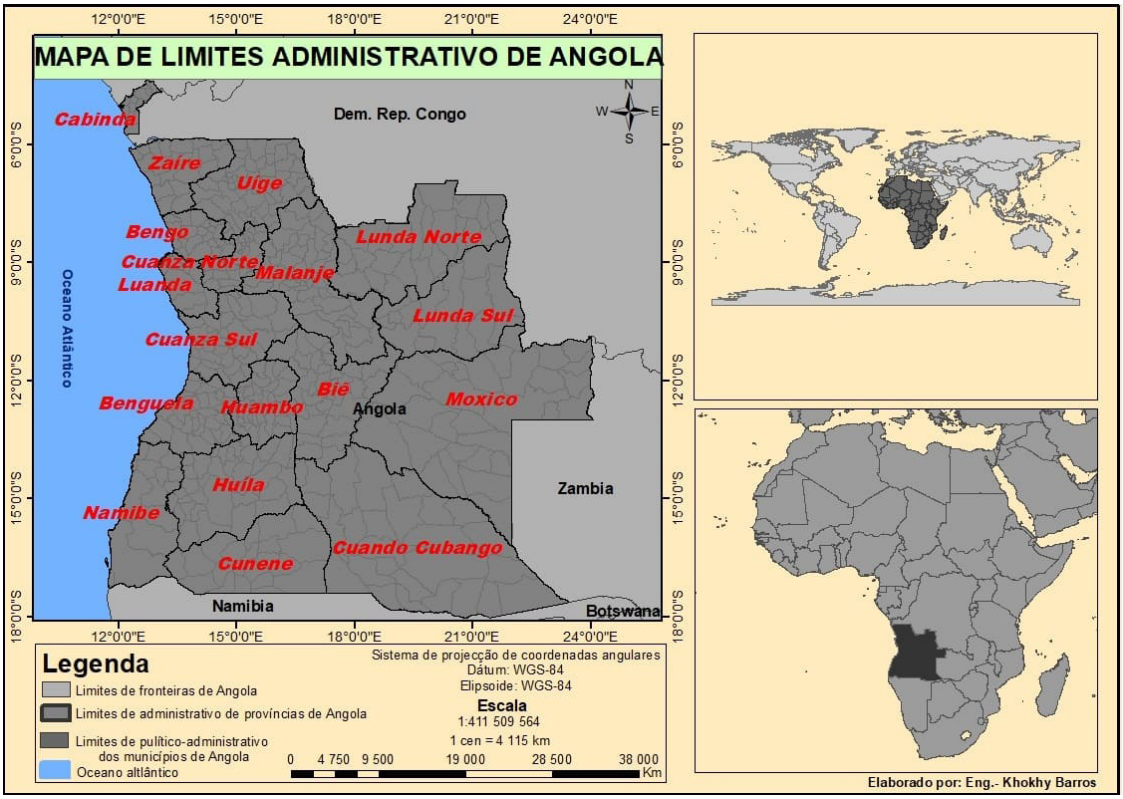
7) Gera o Risco Observado, RF, atribuindo as seguintes categorias: Mínimo de 0 a 0,15; Baixo de 0,15 a 0,4; Médio de 0,4 a 0,7; Alto de 0,7 a 0,95,e; Crítico acima de 0,95.

***8) Quando verifica-se que em áreas com RF Mínimo e Baixo ocorre algum foco de queima detectado pelos satélites, altera-se o valor do RF para Alto, isso é, uma célula de < 0.4 por 0.9*.**

A seguir são apresentados alguns resultados do estudo de caso que avaliou o RF em conjunto com os respectivos focos NOAA-12 ocorridos no período de estiagem de 2019, testando 3 versões anteriores à actual. Risco básico tem valor máximo 0,9, e aumenta conforme uma curva senoidal ao longo do tempo, tendo sido este o padrão escolhido pois a variação da intensidade e duração da luz solar ao longo do ano também é senoidal e a fenologia da vegetação naturalmente segue o mesmo ritmo.

Resultados e discussões

A área em estudo está localizada na costa do Atlântico Sul da África Ocidental, entre as coordenadas Geográficas 12°00'00"E, 24°00'00"E e 04°00'00"S, 18°00'00"S. Sua área tal é de 1.246.700 km², Angola situa-se entre a Namíbia e o Congo. Também faz fronteira com a República Democrática do Congo e a Zâmbia, a oriente.

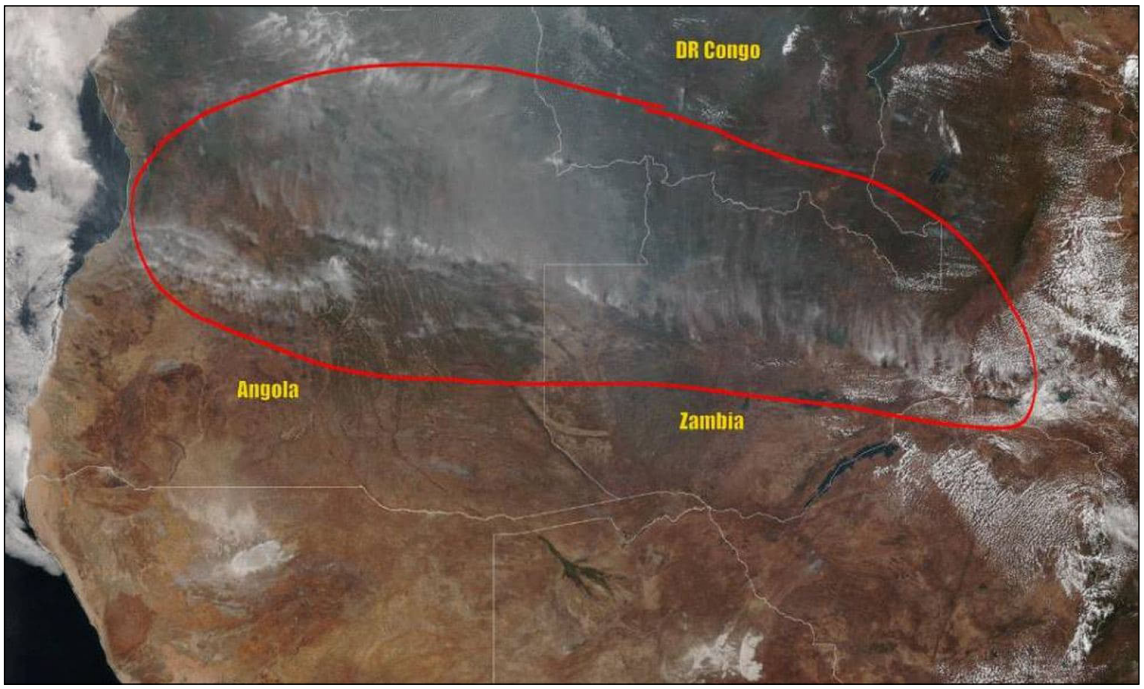


Fonte: Os autores/2020.

Figura 2. Mapa de localização da área de estudo,

O país está dividido entre uma faixa costeira árida, que se estende desde a Namíbia até Luanda, um planalto interior húmido, uma savana seca no interior sul e sudeste, e floresta tropical no norte e em Cabinda. O rio Zambeze e vários afluentes do rio Congo têm as suas nascentes em Angola. A faixa costeira é temperada pela corrente fria de Benguela. Existe uma estação das chuvas curta, que vai de Fevereiro a Abril. Os verões são quentes e secos, os invernos são temperados. As terras altas do interior têm um clima suave com uma estação das chuvas de Novembro a Abril, seguida por uma estação seca, mais fria, de Maio a Outubro. As altitudes variam, em geral, entre os 1.000 e os 2.000 metros. As regiões do norte e Cabinda têm chuvas ao longo de quase todo o ano.

Em plena agitação mundial pelos incêndios na bacia do Amazonas, uma imagem de satélite divulgada há alguns dias pela NASA e analisada pela Weather Source revelou que na África Central havia mais incêndios do que no Brasil. Somente em Angola e no sul da República Democrática do Congo (RDC) havia mais de 10.000 fogos activos, contra os 2.127 do país sul-americano. De acordo com os especialistas, entretanto, não são fenômenos comparáveis. A maior parte dos incêndios na África, e isso acontece todos os anos, se deve a técnicas agrícolas ancestrais usadas pelo homem em actividades agrícolas e pastorais, são controlados e não afetam grandes massas florestais e sim pastos e terras de cultivo.

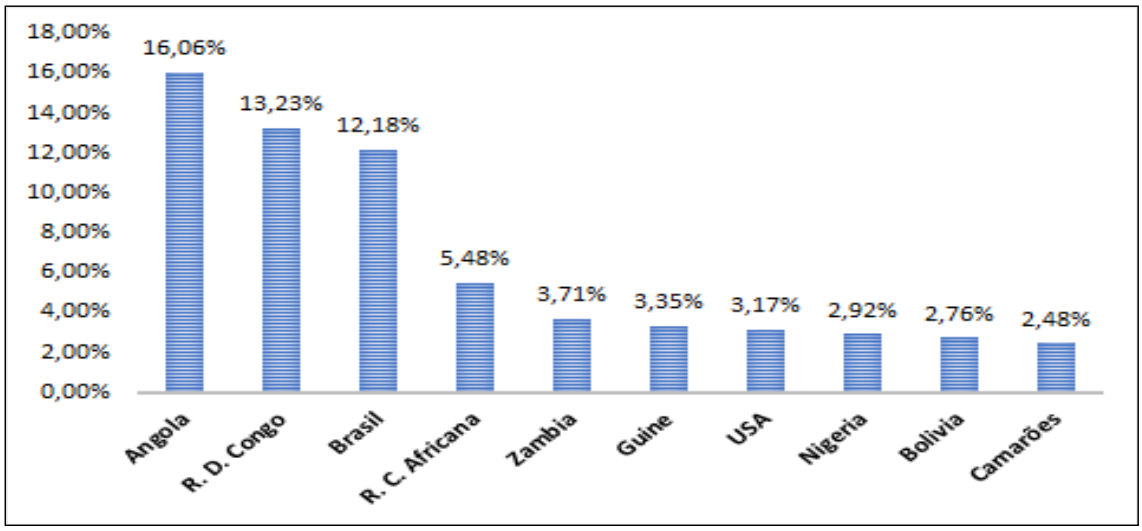


Fonte: NASA / REUTERS.

Figura 3. Imagem de satélite mostra o fogo que cruza por Angola, Zâmbia e o Congo, em 25 de agosto.

A imagem do satélite mostra que além de Angola e a RDC, Zâmbia, Moçambique e Madagascar também sofrem o mesmo fenômeno. A estimativa, entretanto, é que nove de cada dez incêndios na África não causam grandes danos, e sim mais benefícios à comunidade. Tosi Mpanu Mpanu, negociador congolês nas conferências sobre o clima das Nações Unidas, diz que "na Amazônia a floresta queima principalmente pela seca e a mudança climática. Mas na África Central isso se deve essencialmente a técnicas agrícolas".

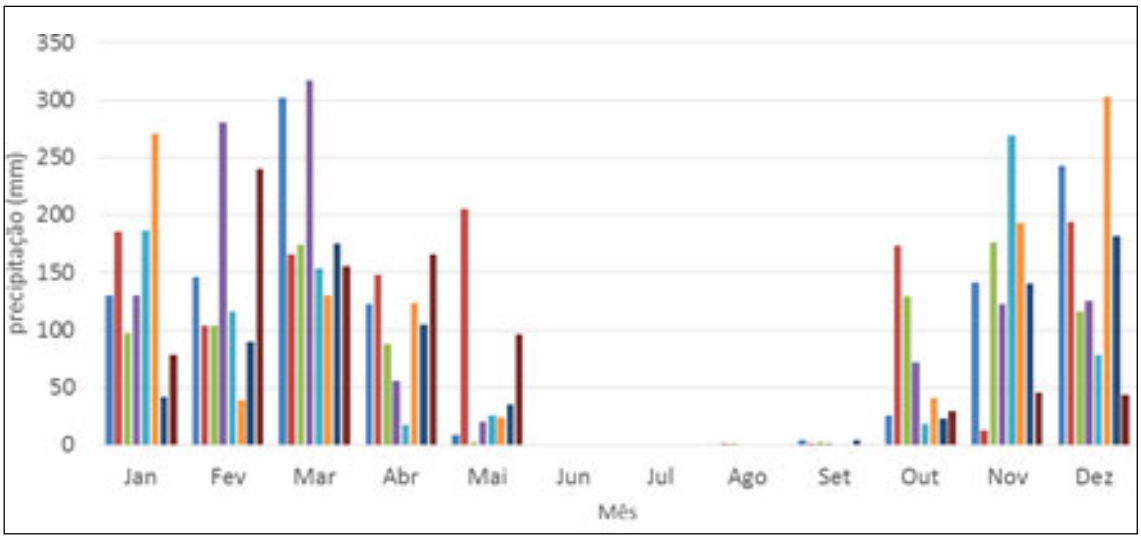
Gráfico 1. Nível de países com maior índice de foco de queimadas.



Fonte: INPE/2020.

De acordo com os estudos mais recentes, todos os anos é queimada de 3% a 4% da superfície terrestre do Planeta. E ainda que a tendência seja decrescente na África (300 milhões de hectares queimados em 2016 contra 340 milhões em 2003), se trata de um dos continentes mais afetados. 10% dos incêndios, calcula-se, fogem do controle e são responsáveis por 90% da superfície que queima como podem ser ilustrados no gráfico acima, em maior parte dos países que constam nesta lista de topo 10 dos países que mais queimam no mundo são Africanos, em que Angola situa-se na primeira posição com 16,02%. Por si só esses factores também são os que causam a perda de vidas, danos materiais e impacto ambiental. São incontroláveis até a mudança do clima e das condições do combustível que os faz arder. Em muitos países da África a capacidade de manejo dos incêndios não está bem desenvolvida.

Os valores da precipitação média anual de Angola entre os anos de 2009 a 2019. Percebe-se que os anos com menor precipitação foram 2014-2015, 2018-2019, destes apenas 2019, foi abaixo da média anual registrada para o município que varia de 800 a 1000 mm.



Fonte: INPE/2019.

Figura 4. Precipitação mensal em Parnaguá-PI, entre os anos de 2009 a 2019.

Percebe-se uma relação entre focos de queimadas e precipitação, ou seja, quanto maior a precipitação menor a quantidade de focos de queimadas e vice-versa. Em 2009-2010 a quantidade de precipitação foi alta logo o número de focos de queimadas foi baixo, já em 2014 a precipitação foi baixa e o número de focos de queimada aumentou. A relação continua durante os anos seguintes, porém em 2015 houve um caso atípico, onde teve aumento da precipitação em comparação ao ano de 2010.

A elaboração de um mapa de densidade *kernel* de Angola demonstra a distribuição dos focos de queimadas em todo o país. A pesquisa foi feita em três períodos entre os anos de 2009-2010, 2014-2015 e 2018-2019, com o intuito de averiguar a actual situação, além de lançar um plano de acção que reduza queimadas e retirada de madeira de modo não sustentável.

Fonte: GeoAmbiente Angola/2019.

Figura 5. Algumas Zonas de queimas localizadas em Angola.

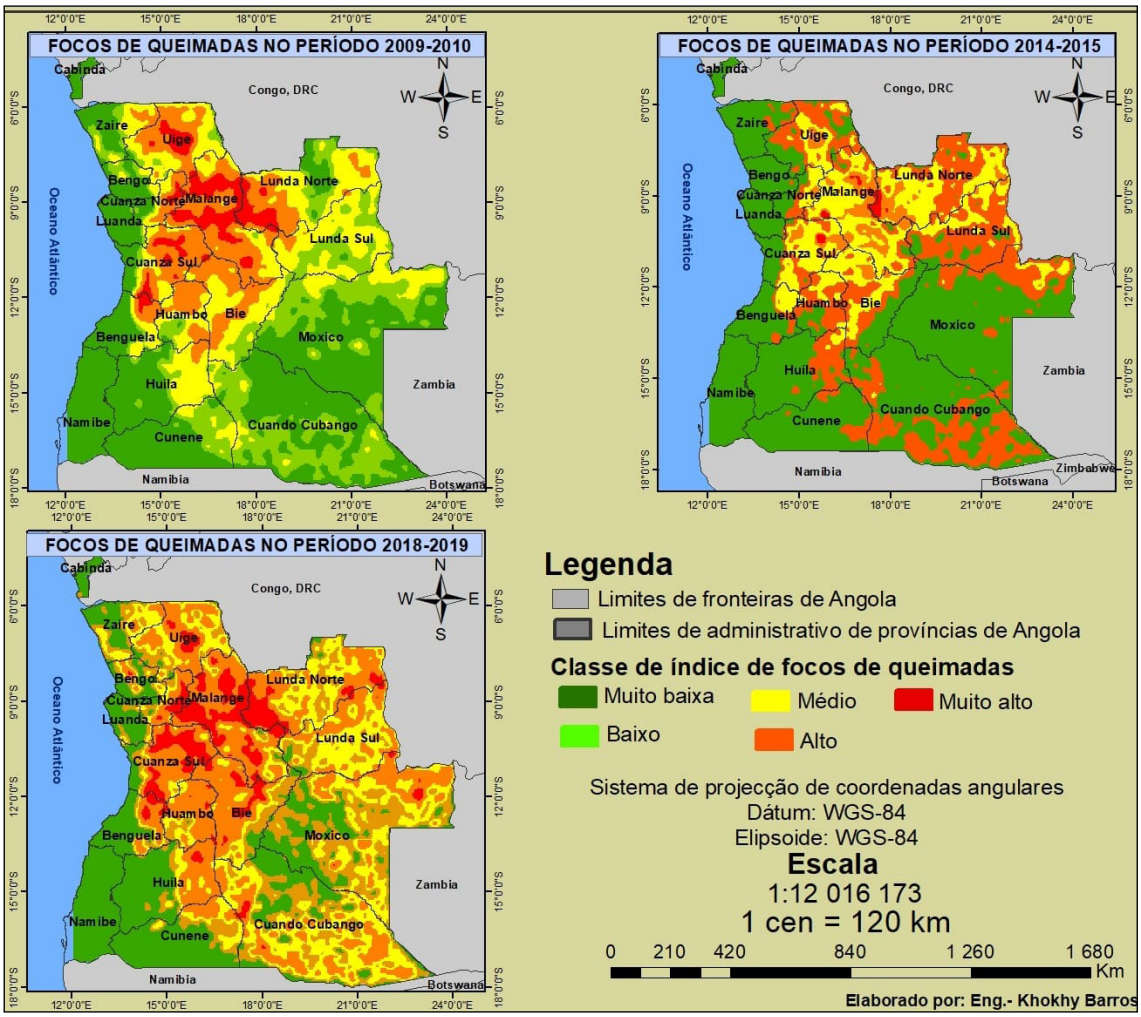


Figura 6. Mapa de classes de índice de foco de queimadas da República de Angola nos períodos dos anos de 2009-2010, 2014-2015 e 2018-2019.

A Figura 5, apresenta elementos de comparação dos anos com maior densidade de focos de queimadas, percebe-se que todos estão geograficamente localizados em regiões próximas umas das outras, com excepção do período de 2009-2010. O número elevado de focos de queimadas foi influenciado principalmente por a baixa precipitação na parte centro e leste do país, porém houve grande contribuição de acções antrópicas. Nos períodos dos anos de 2014-2014, percebeu uma redução na precipitação na parte das regiões centro e leste, sendo registrado valores abaixo da média, o que contribuiu com o aumento dos focos de queimadas registado nos anos de 2018 e 2019.

No contexto local, as queimadas destroem a fauna e flora, empobrecem o solo, reduzem a penetração de água no subsolo, e em muitos casos causam mortes, acidentes e perda de propriedades. No âmbito regional, causam poluição atmosférica com prejuízos à saúde de milhões de pessoas e à aviação e transportes; elas também alteram, ou mesmo destroem ecossistemas. E possível

observar que maior parte deste fenómeno acontece principalmente nos meses após o período da época seca em Angola como mostra a Figura 7 a seguir.

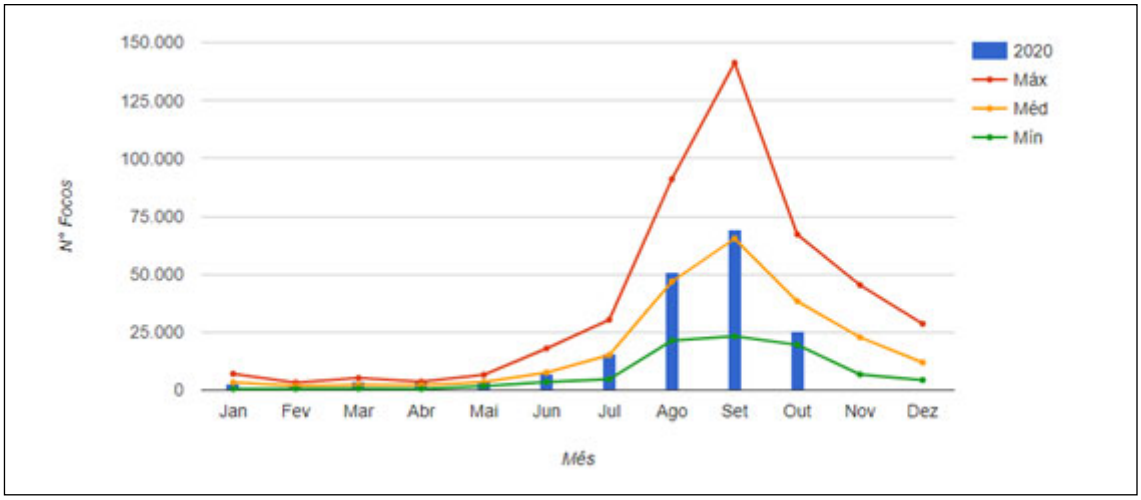


Figura 7. Representação dos meses com índices de fases de ocorrência de queimadas em Angola.

A Figura 7 ilustra as fases dos meses que tem mas impacto com os focos de queimadas, onde pode-se observar que os meses de Agosto, Setembro e Outubro, são os que mas se descartam ao longo do estudo, de realçar que as queimadas são associadas com modificações da composição química da atmosfera, e mesmo do clima do planeta, É também importante lembrar que as queimadas são parte integrante e necessária de alguns ecossistemas onde ocorrem naturalmente devido a raios, como no Cuanza, mas apenas umas duas vezes por década nas estações de transição, e não tão frequentemente e no período de estiagem como se constata.

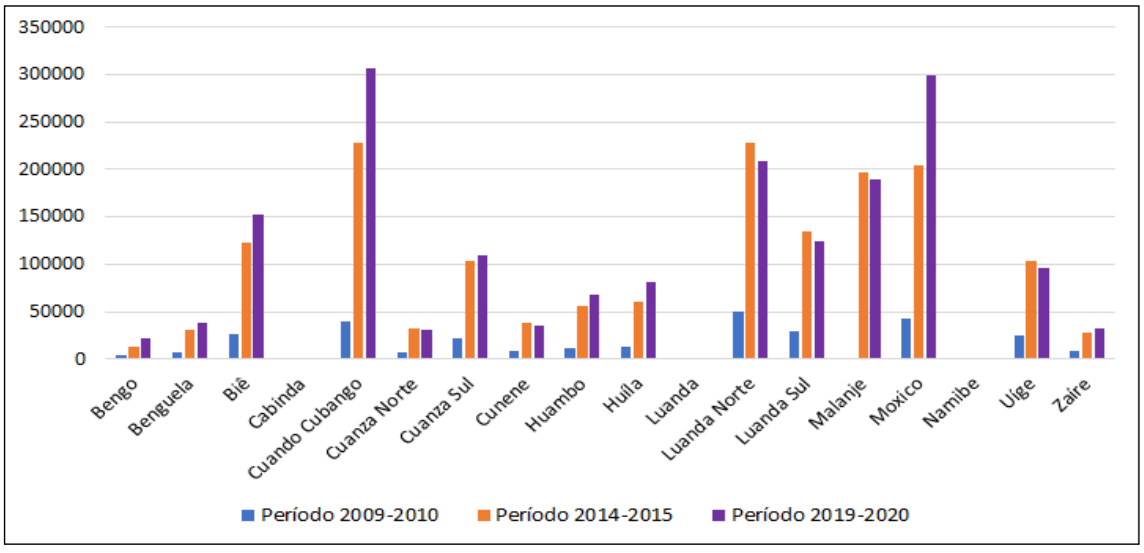


Figura 8. Representação dos índices de foco de queimadas de ocorridos nas províncias de Angola.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Espacial, como nos exibe na figura acima, que representa as províncias de Angola em que podasse notar os grandes níveis de focos de queimadas registados em que os números são tão altos que nos mete todos em reflexão sobre o assunto, bem como o período em que este fenómeno tem maior destaque na nossa pesquisa.

Conclusões

Os resultados apresentados para este trabalho consideram que o condicionante para o aumento de focos de queimadas foi à precipitação. Os mapas de densidade *kernel* foram representativos quanto à qualidade dos dados, apresentando a distribuição espacial de maneira fidedigna ao mostrado pelos focos de queimadas. Cabe ressaltar que a densidade muito alta na parte do centro e leste do país, mais propriamente nas províncias de Cuando Cubango, Moxico, Malanje, Bié e as Lundas Norte e Sul são as que apresentam maior preocupação por terem índices muito alto de focos de queimadas, e montou-se que a medida que os anos vão passando mas focos de queimadas estão aparecer fruto da baixa grade quantidade de massa de ar de precipitação que esta ocorrer ao longo de todo o planeta terra, por isto, deve-se levar em consideração todo o trabalho do género de modo a criar-se medidas de controle e prevenção de incêndios.

Referências

BARBOSA, A. de S. **Empresariado fabril e desenvolvimento econômico**: empreendedores, ideologia e capital na indústria do calçado. São Paulo: HUCITEC, 2006.

COUTINHO, L. M. **Contribuição ao Conhecimento do papel Ecológico das Queimadas na Floração de Especies do Cerrado**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Tese de Livre-Docência. 1976

COUTINHO, L. M. As Queimadas e seu papel Ecológico, **Revista Brasil Florestal**, ano X, n 44, p. 7-23. 1990.

COUTINHO, L. M. O Cerrado e a Ecologia do fogo. **Revista Ciências Hoje**. 12 (68), p. 22-33. 1990.

Fonseca, M. & Guerrero, C. Una nueva propuesta para la educación en medios. **Cuadernos de Información**, nº 20: 87-97. 2007.

FUNK, C; PETERSON, P; LANDSFELD, M; PEDREROS, D; VERDIN, J; SHUKLA, S; MICHAELSEN, J. The climate GORELICK, N; HANCHER, M; DIXON, M; ILYUSHCHENKO, S; THAU, D; MOORE, R. **Google Earth Engine Planetary-scale geospatial analysis for everyone**. 2017. DOI:<http://dx.doi.

org/10.1016/j.rse.2017.06.031>. Acesso em: 11 mar. 2019.

GRANEMANN, D. C. & CARNEIRO, G.L. Monitoramento de fogos de incêndios e áreas de queimadas com a utilização de imagens de sensoriamento remoto. **Revista de engenharia e tecnologia**. 2009.

Hazards infrared precipitation with stations a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v.2, 2015. <http://dx.doi.org/10.15780/G2RP4Q>. Acesso em: 11 mar. 2019.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes#p1>. Acesso em: 02 mar. 2019.

JESUS, B. H. et al. Inserção no mercado de trabalho: trajetória de egressos de um curso de graduação em enfermagem. **Revista Escola Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 336-345, jun. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ean/a/Z66jQTrBKjpLYGKDpPp73LJ/?lang=pt>. Acesso em: 2 mar. 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Amazônia: **Componente Projeto Alternativas ao Desmatamento e às Queimadas**, 2019. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/informma/item/824-amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Amazônia: **Componente Projeto Alternativas ao Desmatamento e às Queimadas**, 2019. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/informma/item/824-amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 15 mar. 2020.

Piromal RAS, Rivera-Lombardi RJ, Shimabukuro YE, Formaggio AR, Krug T. Utilização de dados MODIS para a detecção de queimadas na Amazônia. **Acta Amazonica**. 2008;38(1):77-84.

SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R.; MIRANDA, G. V.; FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15n) na planta. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 34, p. 1185-1194, 2011.

SILVA, J. M. & BATES, J. M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. **Bioscience** 52: 225-233.

Sismanoglu, R.A. e Setzer, A.W. Risco de Fogo para a vegetação da América do Sul: Comparação de duas versões para 2003. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 13, 2004, Fortaleza, CE, Anais. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004. (Submetido).

A MOBILIZAÇÃO COMUNITÁRIA PARA A REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES: A INFLUÊNCIA DE DIFERENÇAS SOCIOESPACIAIS

COMMUNITY MOBILIZATION FOR DISASTER RISK REDUCTION: THE INFLUENCE OF SOCIO-SPATIAL DIFFERENCES

Flavio Souza Brasil Nunes[1]
Leonardo Esteves de Freitas[2]
Ana Luiza Coelho Netto[3]

Introdução

A Redução de Riscos de Desastres (RRD), para ser efetiva, deve envolver uma multiplicidade de atores sociais, incluindo instituições de Estado responsáveis pela prevenção, resposta e recuperação aos desastres, instituições de pesquisa, escolas, comunidades que vivem em áreas de risco, entre muitos outros.

Todavia, a mobilização desse conjunto de atores não é simples, pois estes, em suas dinâmicas próprias, possuem demandas e anseios diversos e, frequentemente, não têm condições e/ou interesse em participar de forma efetiva de processos relacionados à RRD. Essa situação é observada por Nogueira et al. (2014, p. 181) ao afirmarem que:

> Inicialmente, a política de riscos lida com algo incerto, relacionado ao futuro, dificilmente rendendo ganhos políticos em um prazo curto, ao passo que os custos políticos relacionados a não perseguição da política só podem manifestar-se no caso dos riscos se tornarem uma crise ou mesmo uma catástrofe.
> (...).
> Daí a dificuldade de mobilizar tanto o sistema político institucional como a sociedade em favor de uma política efetiva de redução de riscos.

1 Geoheco/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos. Departamento de Geografia, Instituto de Geociências. Doutorando do Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Cepedes/Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz. E-mail: flaviosbn@gmail.com.
2 Geoheco/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. OTSS/Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina, Fundação Oswaldo Cruz. Laplan/ Laboratório de Planejamento Ambiental e Gerenciamento Costeiro, Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial na América Latina e Caribe, Universidade Estadual Paulista. E-mail: leonardofreitas73@gmail.com.
3 Professora Titular, Coordenadora do Geoheco/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: ananetto@acd.ufrj.br.

Isso ocorre, inclusive, com comunidades que vivem em áreas onde há recorrência de desastres. Esse processo associa-se, em parte, ao fato de que, a despeito da legislação garantir a inclusão das comunidades que vivem em áreas de risco nos processos de gestão de riscos de desastres, as políticas públicas focadas nessa temática ainda carecem de instrumentais efetivos que promovam essa participação (FREITAS; COELHO NETTO, 2017, PASSUELO et al., 2017).

Um exemplo é a baixa legitimidade que a comunicação de risco possui como instrumento para RRD, devido, principalmente, às limitações dos órgãos de proteção e defesa civil, que, geralmente, não possuem estrutura de comunicação eficaz e/ou realizam um trabalho unidirecional de transferência de informações de seus profissionais para a população, sem promover um diálogo efetivo sobre riscos (SORIANO; HOFFMANN, 2015). Ou seja, os moradores de áreas de maior risco são considerados "(...) *necessitados e dependentes de especialistas para ditar quais informações de risco são importantes e por quê*." (DA FONSECA; GARCIAS, 2021, p. 4).

Porém, o próprio desinteresse das comunidades, que também integra a problemática da comunicação de risco, é outro fator a ser considerado. Jesus (2014), em sua pesquisa sobre a implantação de Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil em municípios de Santa Catarina, identificou que as instituições responsáveis pelo processo (municípios e uma organização não governamental) se depararam com diversos problemas de mobilização de atores sociais locais, com uma excessiva concertação dos trabalhos sempre nos mesmos voluntários e com uma grande dificuldade de comunicação com outros atores sociais sobre a gestão de riscos.

Nesse sentido, Freitas e Coelho Netto (2022) e Nunes (2018) destacaram as dificuldades de mobilização de moradores em localidades de Nova Friburgo/RJ fortemente atingidas pelo desastre da Região Serrana de 2011, ao identificarem a baixa adesão à diferentes atividades, particularmente na porção mais urbanizada e densamente ocupada em uma mesma área estudada.

No que tange à diferença de mobilização entre áreas rurais e urbanas, Rappaport et al. (2018) encontraram um resultado semelhante em seus estudos sobre processos de gestão de riscos em Israel, ao identificarem uma maior resiliência à desastres, em nível local, em comunidades rurais e periurbanas em relação às comunidades urbanas, associando este resultado à maior coesão social das primeiras em relação às últimas.

O presente trabalho discute as diferenças de mobilização para gestão de riscos entre comunidades que vivem em áreas rurais, periurbanas e urbanas situadas na bacia hidrográfica do Córrego d'Antas, área intensamente atingida pelo desastre da Região Serrana do Rio de Janeiro, em janeiro de 2011. Mais especificamente, as diferenças do processo de mobilização para a construção de um Plano de Contingência de Base Comunitária com o foco na RRD nessa bacia.

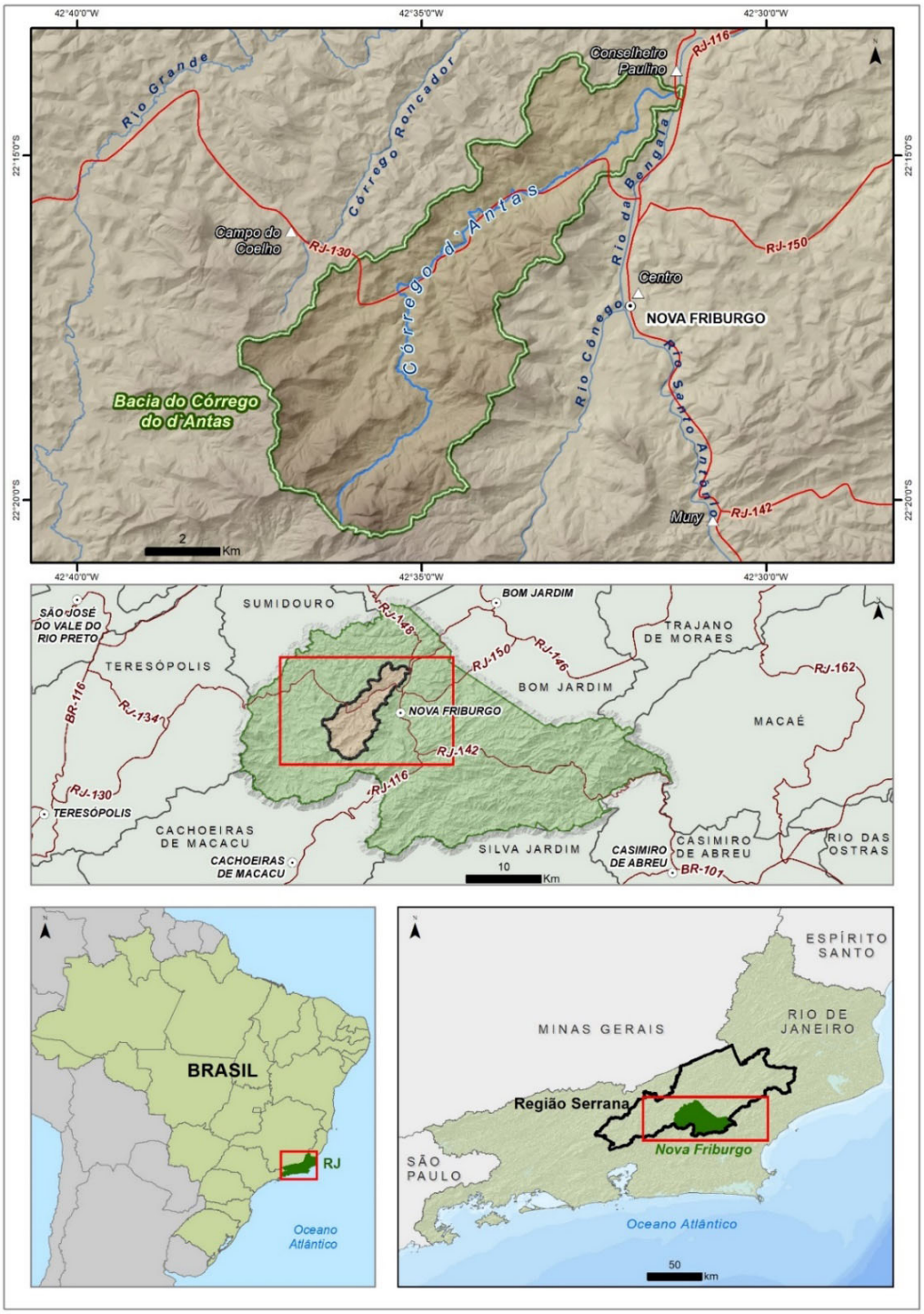
A Bacia do Córrego d'Antas no Desastre de 2011 e a construção da Reger-CD

A bacia hidrográfica do Córrego d'Antas está inteiramente situada em Nova Friburgo, município localizado na Região Serrana Fluminense, área marcada pela ocorrência de movimentos de massa. Estes fenômenos naturais são recorrentes e fundamentais na evolução da paisagem dessa região há, pelo menos, 10 mil anos (COELHO NETTO et al., 2015).

Após a ocupação humana, a ocorrência de movimentos de massa passou a gerar desastres, tornando a Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro a área onde há a maior quantidade de mortes relacionadas à desastres no Brasil (CEPEDE/UFSC, 2013). Com o agravante de que nos anos recentes a perda de vidas humanas ocorreu em praticamente todos os anos entre 2000 e 2012 (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014), e voltaram a ocorrer de forma dramática em 2022, com o maior desastre da história do município de Petrópolis.

De todos os desastres ocorridos nessa região, o evento catastrófico de 11 e 12 de janeiro de 2011 foi o maior em termos de número de mortes, com 964 óbitos oficiais, e na abrangência de áreas atingidas. Destaque para Nova Friburgo, onde ocorreram 448 mortes e mais de 180 mil pessoas afetadas (praticamente toda a população) (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014).

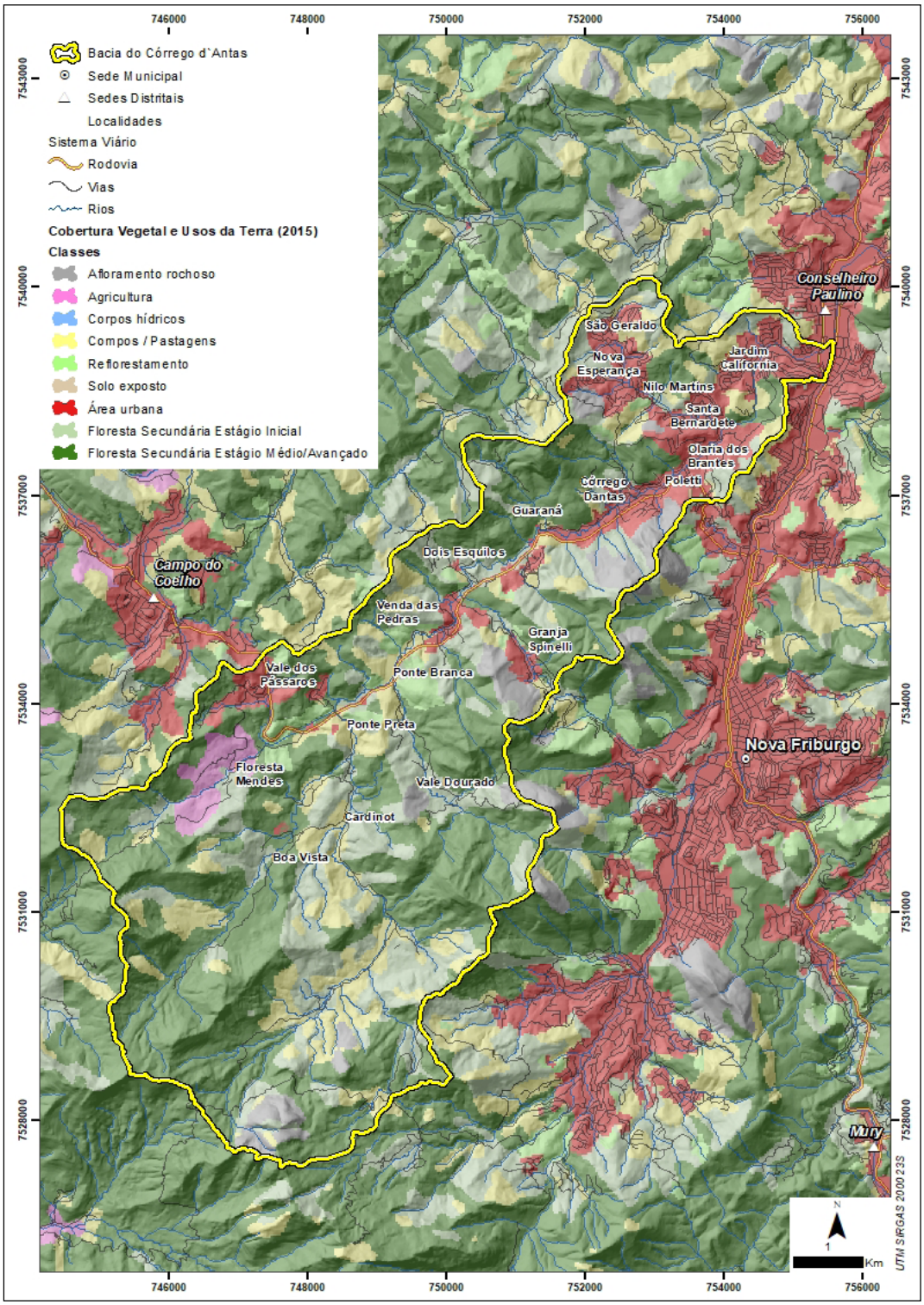
Nesse município, a bacia do Córrego d'Antas (Figura 1) foi uma das áreas que mais sofreu com esse desastre, com a ocorrência de dezenas de mortes, isolamento de diversas comunidades e com todos os seus moradores afetados em algum grau, sejam de áreas urbanas, periurbanas ou rurais.



Fonte: IBGE, IBGE/SEA-RJ e Reger-CD.

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica de Córrego d'Antas no município de Nova Friburgo e Estado do Rio de Janeiro.

Esta bacia é caracterizada pela predominância, na porção superior, de áreas agrícolas, pastos e pela presença de fragmentos florestais isolados, especialmente nas encostas mais íngremes (Figura 2). Essa área abrange as localidades de Floresta Mendes, Boa Vista, Cardinot e Ponte Preta, todas eminentemente rurais.



Fonte: IBGE/SEA-RJ, Inea/RJ e Reger-CD - elaborada por Flavio S. B. Nunes.

Figura 2. Mapa de cobertura vegetal e uso da terra da bacia hidrográfica do Córrego d' Antas e adjacências, ano de 2015.

A porção média da bacia, onde estão as localidades de Dois Esquilos, Guaraná e Venda das Pedras e o bairro de Córrego d'Antas, caracteriza-se por áreas urbanas ao longo dos fundos de vale, além do predomínio de gramíneas

nas encostas e fragmentos florestais isolados na porção superior do relevo. Trata-se de uma área que pode ser caracterizada como periurbana, marcada por processos de expansão urbana e pela existência de indústrias, mas que ainda apresenta uma coesão social entre moradores relacionada ao seu passado rural.

Já a porção inferior, após o eixo viário principal (RJ-130) que conecta a bacia à região central de Nova Friburgo, e próximo a confluência do Córrego d'Antas com o Rio Bengalas, onde estão as localidades de Olaria, Santa Bernardete, São Geraldo, Jardim Califórnia, entre outras, é marcada pela presença de áreas urbanizadas, que concentram diversos loteamentos e a maior parte da população que vive nessa bacia. Essa porção apresenta um comércio variado e uma maior diversidade de serviços, a exemplo do único Posto de Saúde inserido na Bacia. Trata-se, portanto, de uma área eminentemente marcada pela dinâmica urbana e conectada ao eixo urbano central do município de nova Friburgo.

O desastre de 2011 atingiu principalmente as comunidades periurbanas e urbanas e foi um catalisador para a reorganização de uma das associações de moradores que, historicamente, foi bastante atuante na bacia do Córrego d'Antas: a Associação de Moradores do Córrego Dantas (AMBCD). Imediatamente após o desastre, a comunidade que vive nas localidades que compõem esse bairro, situado na porção periurbana da bacia, se organizou em mutirões para reconstruir o bairro e reivindicar apoio do poder público nesse processo (FREITAS et al, 2016). Essa organização deu frutos importantes e a AMBCD ganhou legitimidade na busca pelos direitos dos moradores locais.

De outro lado, entre muitos pesquisadores que foram tentar entender o que havia ocorrido naquele evento catastrófico em suas múltiplas dimensões, estavam pesquisadores do Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos (Geoheco), do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Os pesquisadores do Geoheco e os integrantes da AMBCD iniciaram uma parceria, baseada na Ecologia de Saberes (SANTOS, 2007), que busca a construção de novos conhecimentos a partir do diálogo entre os conhecimentos científico e popular. Desse diálogo resultou a criação da Rede para Gestão de Riscos de Córrego d'Antas (Reger-CD), composta por representantes de diversas instituições de ensino, pesquisa, órgãos do poder público, associações de moradores e produtores, além de organizações não governamentais. Essa Rede tem como missão promover a associação dos saberes de organismos públicos, privados e comunitários para a redução de riscos geo-hidrológicos (FREITAS et al, 2016).

Como pressuposto da atuação dos pesquisadores no âmbito da Reger-CD, foi adotada a metodologia da pesquisa-ação, que busca produzir conhecimento científico a partir da atuação direta sobre a realidade (THIOLLENT, 2006). Desse

modo, a pesquisa realizada está associada a um trabalho de extensão, conjugando dois pilares que sustentam a universidade em busca da construção de um modelo participativo de gestão integrada de riscos de desastres em escala local.

Dos diálogos internos da Reger-CD definiu-se a necessidade de construir coletivamente um Plano de Contingência que fortalecesse a atuação das comunidades e do poder público em caso de novos desastres. Esse desafio resultou na construção do *Plano de Contingência de Base Comunitária e Técnico-Científico da Bacia do Córrego d'Antas – Nova Friburgo/RJ* (FREITAS et al, 2021).

A Construção Participativa do Plano de Contingência: Mapeamento Participativo como base para Informações Locais

A construção desse Plano objetivou elaborar um documento capaz de orientar os moradores e agentes públicos locais em caso de ocorrência de novos desastres. Esse objetivo é explicitado em sua introdução:

> (...) a finalidade principal desse Plano é que as pessoas que vivem na bacia saibam como proceder no caso da iminência de ocorrer um desastre ou mesmo quando um evento deste acontece. Saber a que órgãos recorrer, onde é mais seguro estar, quais os recursos que existem nas comunidades que podem ajudar a reduzir os riscos dos desastres (profissionais que vivem nessas comunidades e podem ajudar em momentos de emergência, pessoas que possuem ferramentas ou máquinas que podem ser acionadas para ajudar no momento do desastre, onde estão as unidades da saúde mais próximas caso seja necessário recorrer a elas, etc.), e quais as principais vulnerabilidades que devem ser consideradas quando ocorrer um desastre (onde estão pessoas com dificuldade de locomoção ou com doenças crônicas, por exemplo). Esse conjunto de conhecimentos pode salvar vidas em um momento crítico.
>
> Outro objetivo desse Plano é apoiar a atuação dos órgãos públicos envolvidos na resposta a desastres, indicando procedimentos e apresentando informações que podem auxiliar na atuação desses órgãos. O mesmo conjunto de informações que pode ajudar as pessoas que vivem na bacia do Córrego d'Antas, pode auxiliar na tomada de decisão por parte dos responsáveis por atuar na gestão dos riscos. (FREITAS et al, 2021, p. 2 e 3)

Para alcançar esses objetivos foi fundamental levantar uma série de informações disponíveis em órgãos públicos (como a localização exata dos hospitais, por exemplo) e um conjunto de informações que apenas as comunidades

locais conheciam (a exemplo das residências que continham moradores com doenças crônicas), e organizá-los em uma Base de Dados Geoespaciais (BDG).

Nesse sentido, foi realizado um trabalho minucioso de mapeamento participativo com as comunidades da bacia do Córrego d'Antas, entendendo este tipo de mapeamento como um método para se levantar o conhecimento cognitivo espacial e ambiental das comunidades locais e os adequar a formas mais convencionais de conhecimento (HERLIHY; KNAPP, 2003).

Essa metodologia apresenta significativas diferenças técnicas e filosóficas entre projetos e profissionais, mas, fundamentalmente, incorpora pessoas locais para mapear o lugar, tendo como princípio de que conhecimentos locais são mais detalhados sobre o território e recursos circundantes (HERLIHY; KNAPP, 2003).

Com esta perspectiva, o mapeamento participativo alinha-se à Ecologia de Saberes e, portanto, à própria metodologia de trabalho da Reger-CD, na medida em que promove o diálogo entre membros de uma comunidade, seus representantes e pesquisadores, com o objetivo de transformar o conhecimento espacial cognitivo em informação cartográfica e descritiva, instigando pesquisadores e comunitários a refletir sobre o espaço estudado (HERLIHY; KNAPP, 2003). Além de que, este processo de mapeamento coletivo, no contexto da gestão de riscos de desastres, permite fortalecer as capacidades locais, sobretudo diante da construção social de riscos e de impactos de desastres (MARCHEZINI et al., 2016).

Entretanto, para a realização do mapeamento participativo voltado para construção do *Plano de Contingência de Base Comunitária e Técnico-Científico da Bacia do Córrego d'Antas – Nova Friburgo/RJ* no âmbito da Reger-CD foi preciso, inicialmente, mobilizar os representantes das diversas comunidades que vivem nessa bacia, o que se mostrou um grande desafio aos membros da Reger-CD.

A Mobilização para a Construção do Plano de Contingência: Diferenças Socioespaciais como Determinantes da Participação

A construção do Plano envolveu a realização de oficinas de mapeamento participativo com o objetivo de identificação, pelos moradores, de elementos espaciais que oferecessem entendimentos sobre as fragilidades (pontes que alagam durante chuvas, pessoas com dificuldades de locomoção etc.) e as potencialidades (existência de profissionais da área de saúde, locais onde há tratores e outras máquinas disponíveis etc.) das comunidades relacionadas com os desastres e emergências em saúde, que ajudassem a identificar rotas de fugas e abrigos de emergência e formas de monitoramento de eventos relativos à ocorrência de desastres, além da identificação de ações das comunidades e poder público em situações de desastres. Para realizar esse trabalho, foi fundamental a participação de um número de pessoas significativo nas diversas localidades da bacia.

Para facilitar esse processo, foram selecionadas localidades na bacia do Córrego d'Antas que possibilitassem a participação de membros das diversas localidades. Na parte alta e rural da bacia, foram organizadas oficinas na localidade de Cardinot. Na parte média e periurbana, foram organizadas oficinas no limite entre as localidades de Dois Esquilos/Venda das Pedras e no bairro Córrego d'Antas. Na parte baixa da bacia, na localidade de Jardim Califórnia.

A mobilização dos moradores para estas oficinas foi realizada a partir de diversas estratégias. No caso das oficinas realizadas nas partes média e alta da bacia, a mobilização foi realizada a partir do grupo de e-mails da Reger-CD, dos diversos grupos de WhatsApp dessa Rede, do grupo de radioamadores – formado no âmbito da Reger-CD para comunicação em momentos dos desastres (FREITAS et al, 2016) –, além da divulgação de convites e colagem destes em formato de cartaz em pontos estratégicos (sede da AMBCD, restaurantes e igrejas). Outra estratégia foi a do "boca a boca", a partir de conversas entre membros das comunidades e destes com pesquisadores, especialmente com os membros da AMBCD e com os membros da Associação de Agricultores Familiares, Moradores e Amigos de Cardinot.

Para a oficina da parte baixa e urbana da bacia, além da replicação das estratégias de mobilização anteriores, tendo em vista que se trata de uma área urbana que concentra a maior parte dos moradores da bacia, ainda foram realizadas passagens de carro de som divulgando a oficina pela manhã e à tarde durante dois dias, sendo um no meio da semana e outro no final de semana, uma maior distribuição de cartazes e, ainda, o presidente da Associação de Moradores de Jardim Califórnia (a maior associação de moradores da parte baixa) apoiou o processo de divulgação e mobilização.

A despeito da ampliação das estratégias de mobilização na parte urbana da bacia; de haver muito mais moradores nessa porção da bacia que nas demais localidades; e sobretudo, deste conjunto urbano ter sido uma das áreas mais afetadas em 2011, o resultado dessa mobilização foi totalmente inesperado e distinto dos alcançados nas porções ruais e periurbanas da bacia.

No total, foram realizadas 11 oficinas de mapeamento participativo com o foco no Plano de Contingência, sendo oito durante o ano de 2016 com o foco no mapeamento de informações, e três em 2018 para a devolutiva e confirmação das informações mapeadas anteriormente.

Na parte alta e rural da bacia, foram realizadas 4 oficinas, nas quais participaram uma média de 15 moradores em cada (Figura 3).

Figura 3. Registro fotográfico de uma das oficinas de Mapeamento Participativo realizadas na localidade de Cardinot.

Em Dois Esquilos/Venda das Pedras, na parte média e periurbana da bacia, foram realizadas 3 oficinas que contaram com uma média de 25 moradores por encontro (Figura 4).

Figura 4. Registro fotográfico de uma das oficinas de Mapeamento Participativo realizadas em Dois Esquilos/Venda das Pedras.

No bairro de Córrego d'Antas, também na porção periurbana da bacia, foram realizadas um total de 3 oficinas, com a presença de cerca de 12 moradores em cada (Figura 5).

Figura 5. Registro fotográfico de uma das oficinas de Mapeamento Participativo realizadas no centro do bairro de Córrego d'Antas.

Já na parte baixa da bacia, na localidade de Jardim Califórnia, foi realizada uma oficina de mapeamento, que contou apenas com um morador da região, o próprio presidente da Associação de Moradores de Jardim Califórnia que apoiou no processo de mobilização e organização da oficina. A oficina contou ainda com 5 moradores da parte média da bacia (área periurbana) que decidiram apoiar a realização dos trabalhos, além de pesquisadores interessados (Figura 6). Porém, esses moradores e pesquisadores não conheciam os moradores locais e o apoio destes foi apenas do ponto de vista da metodologia aplicada.

Figura 6. Registro fotográfico do único encontro voltado para o Mapeamento Participativo realizado na localidade de Jardim Califórnia.

Depois desse encontro não foram realizadas novas oficinas nessa localidade, pois a mobilização para discutir gestão de riscos se mostrou ineficaz e todas as demais tentativas de realizar outros encontros esbarraram nas dificuldades de mobilização de moradores da parte baixa da bacia.

Como resultado do processo de mapeamento, estima-se que mais de 50 moradores diferentes participaram no total das oficinas, ressaltando que muitos moradores participaram de mais de uma oficina realizada em suas localidades e outros participaram de oficinas em mais de uma localidade – particularmente os que já discutiam gestão de riscos mais profundamente e/ou apresentaram maior interesse sobre esse tema. Entretanto, desse total, apenas um morador na parte baixa da bacia do Córrego d'Antas, cuja área responde pelo maior número de habitantes dessa bacia que vivem em áreas de risco.

Diante dessa situação, do ponto de vista dos levantamentos de informações locais por meio de oficinas participativas, o Plano de Contingência não abordou essa escala na parte inferior da bacia, o que consiste em uma lacuna importante desse Plano.

Entender essa situação não é simples, mas o próprio presidente da Associação de Moradores de Jardim Califórnia deu um indicativo ao informar que a comunidade não participa de quase nenhuma reunião coletiva e que não há muita coesão entre estes. Além disso, por ser uma área urbana, muitos sequer se conhecem. Esse discurso, proferido em mais de um encontro com o presidente, corrobora o estudo de Rappoport et al (2018), que encontrou maior coesão em comunidades rurais e periurbanas e mostrou como isso se refletiu em maior resiliência aos desastres.

Como confirmação dessa análise, a participação mais efetiva das comunidades periurbanas e rurais da bacia do Córrego d'Antas nas oficinas realizadas, se soma a participação de moradores dessas localidades nas oficinas em outros locais, inclusive no próprio Jardim Califórnia. Essa participação era sempre precedida de uma conversa entre moradores de diversas localidades, que se conheciam. Exceção, novamente para Jardim Califórnia, onde o presidente da Associação de Moradores não conhecia parte dos 5 moradores de outras localidades que participaram da oficina organizada na comunidade.

Considerações Finais

Diante do exposto, ficou evidente para os membros da Reger-CD a necessidade de realizar estudos específicos para compreender esse processo à fundo, através de entrevistas com moradores das diferentes localidades de forma a buscar entender as motivações dos mesmos relacionadas à participação comunitária e à participação em processos de gestão de riscos.

Porém, mesmo antes de poder realizar esses estudos, a Rede definiu uma nova estratégia para promover a discussão de gestão de riscos na porção inferior da bacia do Córrego d'Antas: iniciar esses diálogos através das escolas, de forma a ampliar a cultura de gestão de riscos de desastres e estimular a mobilização da comunidade local a partir da mobilização da própria comunidade escolar, especialmente alunos e professores.

Com vistas a essa nova abordagem para a parte baixa da bacia, em 2018 iniciou-se um diálogo com a maior escola pública da região, o Colégio Estadual Salustiano Ribeiro Serafim. Deste primeiro contato, surgiu um trabalho em parceria que veio a mobilizar maior número de pessoas da bacia do Córrego d`Antas para discutir desastres e que tem potencial para ampliar a mobilização local:

> O trabalho no Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim é o que mobiliza maior número de pessoas para a discussão da temática de desastres, pois é realizado com alunos e professores da escola, já tendo envolvido mais de 200 pessoas. Tendo em vista a não adesão dos moradores locais à discussão sobre gestão de riscos, esse resultado se mostra de grande relevância, pois pode ser capaz de ajudar nos processos de mobilização para a discussão dessa temática por um conjunto maior de moradores locais. (FREITAS; COELHO NETTO, 2022, p. 112)

Atualmente a parceria da Reger-CD com o Colégio Estadual envolve diversas ações, como trabalhos de campo nas comunidades do entorno do

colégio, visitas à universidade (UFRJ), palestras, levantamentos de percepção de risco, entre outros. Porém, como o processo foi planejado para ser realizado presencialmente, este foi profundamente afetado pela pandemia da Covid-19.

Desde o início de 2022 o diálogo está sendo retomado, e com ele a expectativa de fortalecer a mobilização dos moradores das áreas urbanas da bacia para a discussão de gestão de riscos de desastres.

Em paralelo a esse processo, a Reger-CD avança na construção de um Atlas Escolar de Gestão de Riscos de Nova Friburgo, antigo projeto da Rede (FREITAS; COELHO NETTO, 2022). A finalização desse material, que está em elaboração, e seu lançamento e distribuição para todas as escolas públicas do município permitirão ampliar e fortalecer a cultura da gestão de riscos, com possíveis impactos nos próprios processos de mobilização nas áreas urbanas e rurais da bacia.

A estratégia do Atlas Escolar está diretamente alinhada ao projeto de fortalecer a gestão de riscos de desastres a partir das escolas como forma de impactar na mobilização da sociedade municipal. Cabe ressaltar, que este é um processo lento, gradual e de longo prazo, e que não pode ser realizado de forma isolada. Mas acompanhado por outras ações que foquem na redução dos riscos de desastres, como a construção de Planos de Contingência Municipais e Comunitários, o investimento do Estado brasileiro em suas três esferas na ampliação e preparação de profissionais voltados para a gestão de riscos, o investimento em equipamentos, tecnologia, infraestrutura e recursos que facilitem o trabalho desses profissionais, a organização de sistemas eficientes de alerta e alarme, entre muitas outras estratégias pertinentes e urgentes.

Porém, não terá efetividade necessária se todos esses esforços não vierem associados a um forte investimento na redução das vulnerabilidades sociais, que estão intrinsecamente relacionadas à ocorrência de desastres. Sem redução de pobreza e de suas características correlatas (como baixa escolaridade, precariedade de moradias, baixo acesso à saneamento básico e sistema de saúde etc.) todos os demais esforços tendem a dar poucos resultados. Com o agravante que estamos em um momento do Brasil no qual os investimentos em redução das vulnerabilidades sociais regridem e as vulnerabilidades aumentam de forma rápida e aguda.

Nessa conjuntura, torna-se ainda mais importante implementar estratégias para a formação de uma cultura de gestão de riscos a partir da escola e, ao mesmo tempo, lutar pela redução imediata e duradoura das vulnerabilidades sociais. Apenas essas mudanças estruturais podem contribuir decisivamente para a redução de riscos de desastres em curto, médio e longo prazos.

Referências

CEPED/UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais**. - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis, 2013.

COELHO NETTO, A. L.; SATO, A. M.; FREITAS, L. E. **Land use-vegetation-lands-lide interactions in the mountainous region of Rio de Janeiro State:** scientific basis for risk assessment and management. Anais Regional Conference of International Geo-graphical Union. Moscow, 2015.

DA FONSECA, M. N.; GARCIAS, C. M. Os desafios da comunicação na redução do risco de inundação. **Caminhos de Geografia**, [S. l.], v. 22, n. 81, p. 01–14, 2021. DOI: 10.14393/RCG228155089. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/55089>. Acesso em: 14 jul. 2022.

FREITAS, L. E.; COELHO NETTO, A. L. Gestão de Riscos de Desastres relacionados a deslizamentos sob a perspectiva da ecologia de saberes: desafios à rede para gestão de riscos da bacia do Córrego d'Antas. **Territorium Revista de Riscos**, Prevenção e Segurança, p. 99-118, 2022.

FREITAS, L. E.; COELHO NETTO, A. L. Gestão de riscos de desastres e participação popular: Lições aprendidas e a relevância da educação para a consolidação da Rede de Gestão de Riscos da Bacia Hidrográfica do Córrego d'Antas (Reger-CD), Nova Friburgo/RJ. **Giramundo** - Revista de Geografia do Colégio Pedro II, v. 4, p. 89-101, 2017.

FREITAS, L. E.; NUNES, F. S. B.; COELHO NETTO, A. L.; ROCHA, V. ; LEAL, P.; MENDONCA, M. B.; SCHOTTZ, S.; FREITAS, C. M. **Plano de contingência de base comunitária e técnico-científico da bacia do Córrego d'Antas, Nova Friburgo/RJ**. Rio de Janeiro, 2021.

FREITAS, L.E., SATO, A.M., LACERDA, N., SCHOTTZ, S., COELHO NETTO, A. L. Community, University and Government Interactions for Disaster Reduction in the Mountainous Region of Rio de Janeiro, Southeast of Brazil. In: Leal Filho, W., Azeiteiro, U.M., Alves, F. (Eds). **Climate Change and Health:** improving resilience and reducing risks, Springer, 2016.

FUNDAÇÃO COPPETEC / LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE. Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro R3-A - Temas técnicos estratégicos RT-03 - **Vulnerabilidade a Eventos Críticos, Volume 2** - Ocorrências de Desastres Naturais entre 2000 e 2012 por Região Hidrográfica. Rio de Janeiro. 120 p. 2014.

HERLIHY, P.H.; KNAPP, G.. **Maps of, by, and for the People of Latin America Human Organization**, Vol. 62, No. 4, p.303-314. 2003. Disponível em: <http://proquest.umi.com.ezproxy.library.arizona.edu/pqdweb?did=521705671&sid=1&Fmt=3&clientId=

43922&RQT=309&VName=PQD>.

JESUS, S.A.M. de. **Os núcleos comunitários de proteção e defesa civil: estudo de caso dos municípios de Botuverá e Brusque**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental), Universidade do Estado de Santa Catarina. 118p. 2014.

MARCHEZINI, Victor et al. Geotecnologias para Prevenção de Riscos de Desastres: usos e potencialidades dos mapeamentos participativos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 1, 2017.

NOGUEIRA, F. R., OLIVEIRA, V. E., CANIL, K. Políticas públicas regionais para gestão de riscos: o processo de implementação no ABC, SP. **Ambiente e Sociedade.** [online], vol.17, n.4, p.177-194. 2014. ISSN 1809-4422. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/d3PQFR8QXDr5N7sHkfVsdfj/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 14 de julho de 2022.

NUNES, S. B. N. **Base de dados geoespaciais no apoio à gestão participativa de riscos de desastres:** o caso da bacia hidrográfica do Córrego d`Antas - Nova Friburgo/RJ. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Práticas de Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 162p. 2018.

PASSUELO, A. ; BRITO, M. M. ; GIAZZON, E. ; FORESTI, A. J. ; PAULETTI, C. ; FAVERO, E. ; BRESOLIN, J. T. ; SILVA FILHO, L. C. P. . Tecnologia social como ferramenta para a redução de vulnerabilidade a desastres. In: Victor Marchezini; Ben Wisner; Luciana R. Londe; Silvia M. Saito. (Org.). **Reduction of Vulnerability to Disasters:** from Knowledge to Action. 01 ed. São Paulo: RiMa, 2017, v. 01, p. 01-620. Disponível em: <https://www.academia.edu/35265728/Reduction_of_vulnerability_to_disasters_from_knowledge_to_action_Redu%C3%A7%C3%A3o_de_vulnerabilidade_a_desastres_do_conhecimento_%C3%A0_a%C3%A7%C3%A3o_>. Acesso em 13 de julho de 2022.

RAPAPORT, Carmit et al. The relationship between community type and community resilience. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 31, p. 470-477, 2018.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Novos estud. - CEBRAP**, São Paulo, n. 79, p. 71-94, nov. 2007.

SORIANO, E., HOFFMANN, W.A.M. A informação e o conhecimento no contexto da comunicação de risco de desastres naturais. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v.1, n.37, p.110-123, 2015.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, pp. 112. 2004.

AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA EM SÃO PAULO/BRASIL

URBAN AND PERI-URBAN AGRICULTURE IN SÃO PAULO/BRAZIL

Antoniane Arantes de Oliveira Roque[1]
Jansle Vieira Rocha[2]
Alexandre Betinardi Strapasson[3]

Introdução

A interface rural/urbano é tema de diferentes estudos no cenário global, e esta região, chamada por alguns autores como "franja urbana", "periurbano", "transição rural-urbano" se transforma num espaço de disputa, em que a ocupação do solo pelo rural convive com a especulação imobiliária e a pressão da população das áreas urbanizadas. A geografia possui um modelo desenvolvido pelo economista Johann Heinrich von Thünen (VON THÜNEN, 1966), que se trata de um entendimento acerca da ocupação espacial do entorno das áreas urbanizadas. Apesar de muito utilizada por diferentes grupos de trabalho e pesquisadores, a teoria em si possui várias críticas. O presente estudo procura utilizar apenas os entendimentos espaciais contidos na mesma, para uma análise da ocupação do setor agropecuário no Estado de São Paulo/Brasil, de forma a trazer uma contribuição ao entendimento do perfil de quem ocupa esses espaços de interação rural/urbano, seus limites físicos, e propiciando ferramentas e entendimentos aos gestores do território paulista, para a correta definição de políticas para o desenvolvimento sustentável das áreas aqui chamadas de periurbanas, no enfrentamento e conscientização de desastres e vulnerabilidades.

As mudanças climáticas globais exercem pressões diferenciadas às atividades agropecuárias exercidas nas consideradas áreas urbanas e periurbanas, pois tais regiões estão em maior grau, integradas às lógicas da economia das cidades, tendo de forma positiva a facilidade no escoamento de sua produção, a visibilidade de seus produtos e o acesso facilitado às estruturas

1 Doutor em Ambiente e Sociedade. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3005-251X. E-mail: antoniane.roque@sp.gov.br.
2 Doutor em Applied Remote Sensing. Universidade Estadual de Campinas - Unicamp. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3337-4394. E-mail: jansle@unicamp.br.
3 Centre for Environmental Policy, Imperial College London, United Kingdom. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4315-7334. E-mail: alexandre.strapasson@imperial.ac.uk.

de subsídio, e de forma negativa a pressão da especulação imobiliária, os impactos ambientais diretos e a insegurança pública.

O desenvolvimento das áreas urbanas, segundo Aquino e Monteiro (2005) é chave para muitos dos desafios que a sociedade enfrenta nas interações com o meio ambiente, e apesar destas cobrirem uma fração relativamente pequena do total da superfície do planeta Terra, elas são corresponsáveis pelas mudanças climáticas globais. As alterações de uso e ocupação do solo se devem em grande medida às pressões que a população urbana exerce sobre o consumo, e, portanto, ao setor agropecuário.

No final dos anos 1960 e década de 1970 é destacado por Fanelli e Santos Junior (2013), que a expansão da economia brasileira e o avanço da industrialização para o interior do Estado, favoreceram o surgimento e desenvolvimento de aglomerações urbanas, consequentemente expandindo a rede urbana nesse processo de interiorização, que se deu, num primeiro momento, de forma linear. Seto et al. (2015) afirmam que mais de metade da população mundial vivia em cidades no ano de 2008, sendo o processo de urbanização progressivamente mais rápido a cada ano e, mantendo-se tais taxas de expansão, o uso de energia pelo urbano vai aumentar mais de três vezes num curto espaço de tempo.

Porém, a definição do que é cidade e campo ainda é palco de debate, tendo como referência, conforme coloca Bernardelli (2006), o fundamento apresentado para definir o que é cidade, o Decreto – Lei Federal n° 311/38, que dispõe sobre a divisão territorial brasileira, e aponta como cidade a área do distrito sede, independentemente das relações que se estabelecem no espaço em questão.

Outra referência nesta conceituação é a Lei Federal n° 5.172/66 que estabelece o Código Tributário Nacional, na qual em seu inciso primeiro do artigo 32 são estabelecidos critérios para a definição da zona urbana. Tal lei permite ao legislador municipal a declaração de zona urbana, de acordo com a política de expansão do município, englobando as áreas urbanizáveis ou de expansão, como zonas urbanas. Define-se assim a cobrança de Imposto Territorial Urbano (IPTU) nestas áreas, ao invés do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), instituído pela Lei Federal n° 9.393/96.

Na presente tese, busca-se entender o espaço territorial no contexto de análise de ocupação efetiva do solo por elementos construtivos identificáveis por insumos da geomática. Geomática é conceituada por Rosa (2009) com a ciência que se utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para a análise de informações geográficas, ou seja, informações temáticas “amarradas” à superfície terrestre, através de um sistema de coordenadas. No Brasil, os termos Geoprocessamento e Geomática se referem à mesma coisa, ou seja, Geoprocessamento é utilizado como sinônimo de Geomática. Assim parte-se

como base na presente tese de que a área urbanizada, corresponde às porções do território com ocupação efetiva pelos aglomerados urbanos, ou seja, com elementos construtivos que a classifiquem como oposta a ocupação rural.

Porém, não se pretende fazer uma análise simplista, mas levando-se em consideração estudos como os de Endlich (2006) e Sobarzo (2006), que buscam compreender o rural e o urbano como modos de vida, como conceitos relacionais que contemplam cultura, costumes e hábitos, e assim vai além do território, da materialidade. Alinhando-se ainda ao apresentado por Rua (2006), de urbanidades no rural, caminhando assim à compreensão não de um desaparecimento do rural em substituição ao urbano, mas sim a uma preservação das especificidades do rural, considerando-o como um território híbrido, onde urbano e rural interagem.

Atualmente a metropolização contemporânea, ou seja, a formação de arranjos urbanos adensados, conforme é levantado por Moura et al. (2012), vêm se manifestando na forma de arranjos urbano-regionais que atingem uma escala mais ampla, dinâmica e complexa, conectando entre si urbano, local, regional, nacional e o global.

A produção agrícola, que é desenvolvida em torno dos grandes centros urbanos, está voltada geralmente para o abastecimento de produtos hortícolas, destinados às classes sociais urbanas que podem pagar por dieta alimentar rica e variada. Essa produção tem ganhado nova dimensão, que incorpora o avanço e as necessidades originárias de uma agricultura urbana e periurbana, materializada como alternativa para populações excluídas economicamente (MONTEIRO, 2005).

A análise dos processos de desenvolvimento e urbanização nos países em desenvolvimento, afirma Adell (1999), tem sido tradicionalmente estruturado em torno de dicotomias como rural e urbano, tradicional e moderno, formal e informal, entre outras.

O uso das expressões agricultura urbana ou intra-urbana e agricultura periurbana já são adotadas pelas agências das Nações Unidas, tais como UNDP (Smith, Ratta e Nassr, 1996) e FAO (FAO, 2005) e referem-se à utilização de pequenas superfícies situadas dentro das cidades ou em suas respectivas periferias para a produção agropecuária, tanto para consumo próprio como para venda em mercados locais (FAO, 1999). Esta agricultura urbana e periurbana é entendida pela FAO (1999) como um fenômeno de importância crescente em quase todas as cidades, o que demanda informações mais amplas, para que sejam otimizadas as possíveis soluções e que se viabilizem alternativas para os problemas dela originados.

Campilan, Drechsel e Jöcker (2002) caracterizam entre outros aspectos, que as principais situações da agricultura urbana/periurbana estão no cultivo o ano todo, a competição pelo uso agrícola e não agrícola da terra, proximidade ao mercado consumidor (o que favorece o cultivo de perecíveis), e com frequência,

apresenta políticas públicas vagas ou inexistentes, diferente da agricultura rural, que faz parte da agenda política, com linhas de apoio e fomento específicas. O que não difere da realidade paulista, não havendo linhas específicas para esse público com características específicas.

Allen (2003) afirma que a interface periurbana é o habitat por excelência de comunidades de baixa renda, que são particularmente vulneráveis aos impactos e externalidades negativas geradas pelos sistemas rurais e urbanos próximos. Tal afirmativa, na agropecuária em São Paulo, difere em certos aspectos da colocada pelo referido autor, pois devido ao dinamismo causado pela grande demanda dos centros urbanos com alta concentração demográfica, concede a esta interface periurbana um elevado volume de vendas e consequentemente um maior ganho de capital por unidade de área.

O periurbano, conforme Woltjer (2014), é visto como tendo características diferentes nos países desenvolvidos, dos países em desenvolvimento. À medida que as cidades nos países em desenvolvimento continuam a crescer, Winarso et al. (2015) afirma que suas áreas periurbanas tendem a se mover para fora em "ondas", criando uma expansão no final destas. Em cidades desenvolvidas da Ásia, por exemplo, a extensão dessa área pode chegar a 300 km das principais cidades, como mostrado pela China costeira periurbana (WEBSTER, 2002).

Durán (2003) traz uma definição importante para o presente estudo, o de cidade difusa, a qual pode ser definida, como um fenômeno caracterizado pela dispersão da população urbana pelo território, inclusive sobre as áreas rurais, sem que exista vínculo algum dessas pessoas com as atividades agrícolas. Tal fato é recorrente em São Paulo, pelo aumento do número dos chamados condomínios rurais, bem como de comunidades distantes do centro urbano. Whitacker (2006) chama a esse processo de urbanização difusa, gerando a conformação de uma cidade cada vez mais diversa e dispersa, trazendo o surgimento de novas centralidades decorrentes dos novos espaços de habitação e também das novas práticas socioespaciais de ocupação.

Com o desenvolvimento desta urbanização difusa, com o passar do tempo, e concentração das economias locais, existe a conexão destas porções do território, antes separadas pelo rural, formando então núcleos únicos do urbanizado, efeito este favorecido em grande parte, tomando-se os eixos rodoviários como os agentes de ligação entre estas, formando então os processos de conurbação. Bernardini (2018) conclui que os mecanismos incluídos nas leis de uso, ocupação e parcelamento do solo no Brasil, sedimentam uma prática ambígua na relação entre rural e urbano, favorecendo os processos de conurbação.

De acordo com Benito (2003) a expressão conurbação surgiu no início do século XX e desde então vem sendo redefinida de modo a atender a necessidade de se qualificar alguns comportamentos urbanos, referindo-se ao crescimento

de duas ou mais cidades formando uma continuidade física entre elas, sendo o ponto de partida para a análise do território conurbado.

Para Lamberti (2006) a conurbação configura-se como uma área urbanizada composta por um grupo de cidades ou aglomerados urbanos organizados. Apesar da junção das franjas de dois centros urbanos, por meio da ocupação contínua, e a dependência e especialização funcional, apresenta autonomia do ponto de vista das atividades e da administração, independente dos limites administrativos territoriais.

A franja rural-urbana é conceituada por Pryor (1968), sendo a zona de transição no uso da terra, com características sociais e demográficas específicas, situando-se entre as áreas urbanas e suburbanas continuamente urbanizadas e o interior rural, com ocupação e uso da terra de orientação social urbana e rural.

Para verificar e compreender este território, Rosas (2014) indica o espaço rural como ponto de referência, pois o urbano foi construído a partir das transformações do rural, ou seja, o urbano é o rural transformado. Nessa perspectiva, não é o rural que avança no urbano, mas o urbano que transformou e transforma o rural em diversas vertentes, principalmente a econômica.

Noronha e Hespanhol (2008), estudando as características do espaço periurbano em Jundiaí/SP, destacam que, de um lado, há a permanência de territórios rurais tradicionais constituídos historicamente a partir do trabalho do colono-imigrante e, de outro, a presença significativa da produção agrícola familiar em regime de pequena propriedade. Esta pequena propriedade vive um impasse de gestão, pois não possui as características do entorno rural, sofrendo enorme pressão da franja urbana, tanto do ponto de vista de segurança de sua produção, como de acesso a políticas de incentivo governamentais, bem como a especulação imobiliária sobre seu território, gerando um efeito como de gentrificação[3] do rural, prejudicando assim a produção agrícola familiar nestes espaços.

Furtado (2000) mostra que os Estados Unidos da América favoreceram a pequena propriedade no início de sua colonização e com isso ajudaram a desenvolver a produção local daquele país. É ressaltado por Toscano (2003) que todos os países desenvolvidos têm na agricultura familiar um sustentáculo do seu dinamismo econômico e de uma saudável distribuição da riqueza nacional.

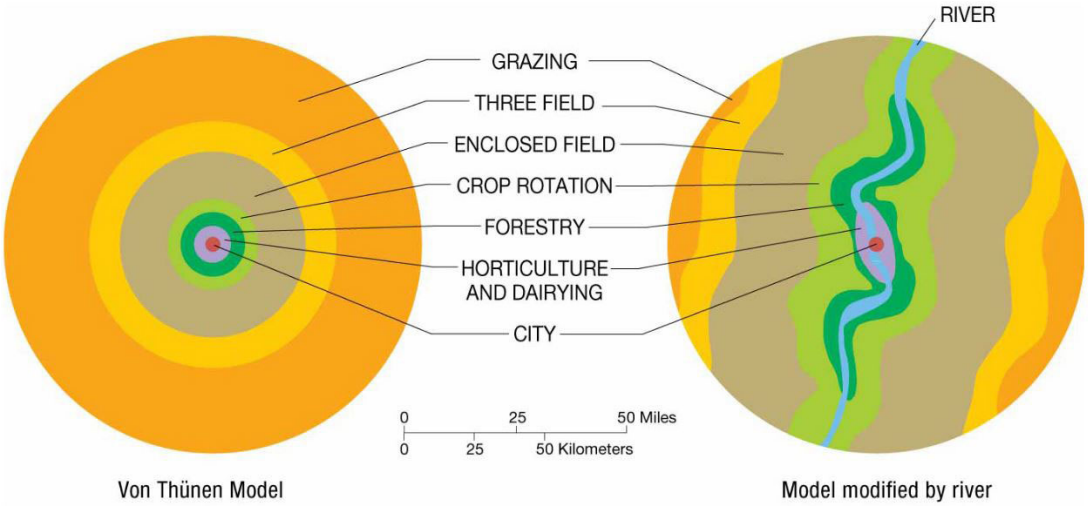
Segundo Veiga et al. (2001) mesmo havendo uma demonstração clara da atividade econômica da agricultura familiar, no Brasil há necessidade de expansão e fortalecimento dos agricultores familiares, já que a sua consolidação implica tanto nas atividades rurais agrícolas quanto nas não agrícolas, necessárias para o atendimento das demandas locais e do desenvolvimento rural.

Denominação interessante em uso no Brasil é a Região de Entorno Imediato (REI), proposta por Sparovek et al. (2004) que pode ser analisada sob um ou outro

referencial, ou seja, do entorno da área urbanizada ou do rural, mas que, embora contenha elementos de ambos, possui identidade, função e dinâmica próprias.

Para entender esta agricultura e sua interação com o urbano, a teoria de Von Thünen (Figura 1) é um excelente auxiliar de compreensão e análise. Segundo Cavalcante (2008), o modelo elegante e pioneiro de Von Thünen, apresentado e conceituado em 1826, é reconhecido como o primeiro tratamento formal dado à questão espacial.

Lacerda e Santos (2017) apontam que esse modelo traz a noção de localização à teoria Ricardiana[4] de análise econômica, que de acordo com essa linha de pensamento, a aglomeração ocorre devido à especialização na produção de bens relativamente intensivos em fatores de produção abundantes na região.



Fonte: 2014 Pearson Education, Inc.

Figura 1. Modelo de Von Thünen e modelo modificado pela presença de rio.

Nesse modelo, segundo Linhares (1996), o espaço se organiza em torno da cidade a partir do consumo (com a compra de excedentes agrícolas) e, ainda na determinação dos preços das terras, pois o custo dos transportes se torna fundamental, o que traz o peso do fator distância na distribuição das áreas de produção. São apresentados seis anéis concêntricos ao redor da cidade, sendo o uso preponderante da terra em função da distância, estando em ordem crescente de distância a partir da cidade: produtos da horticultura e produção de leite, silvicultura, rotação de culturas agrícolas de forma intensiva, culturas agrícolas consorciadas com pastagens, rotação de culturas de forma extensiva, pastagens.

O modelo teórico de Von Thünen é citado por Alves (2012) como amplamente difundido nas investigações do espaço agrário, pois dá a noção da localização e distribuição espacial das atividades econômicas, bem como da organização das formas e elementos no espaço e seu inter-relacionamento.

A partir da década de setenta, afirma Hall (1997), iniciam-se as críticas às ideias urbanas racionalistas e aos modelos de anéis de crescimento concêntricos de Von Thünen voltados à expansão urbana. Cavalcante (2008) reitera que, embora suas conclusões possam parecer hoje em dia bastante óbvias, tendo em vista as premissas estabelecidas, o modelo de Von Thünen demonstrou formalmente que, mesmo admitindo-se condições homogêneas no território, a produção agrícola não seria uniformemente distribuída em função dos diferentes custos de transporte assumidos.

Pela simplicidade do modelo de Von Thünen, este pode ser utilizado tanto na análise do crescimento das áreas urbanizadas e expansão das franjas urbanas, como no entendimento da agricultura que margeia as cidades, seus eixos de conurbação e seus aglomerados isolados. Esse modelo supõe que as terras são uniformes e apresentam a mesma fertilidade em todas as localidades, bem como que a mão de obra tem o mesmo nível e treinamento e mesmo custo (LACERDA; SANTOS, 2017). Além disso, nesse modelo, a oferta visa abastecer um único mercado central e estar o mais próximo possível dos consumidores. Apesar de partir de um pressuposto inexistente para o setor agropecuário, tal ponto de partida desta teoria se alinha às atividades da olericultura[5], pois tais explorações fazem uso de insumos que mantém uma fertilidade adequada para o bom desenvolvimento das culturas, mão de obra constante e não sazonal e demanda relativamente constante.

Briassoulis (2000) afirma que não há dúvida de que a teoria de Von Thünen é a predecessora da teoria da localização e da análise da estrutura espacial urbana e regional. Segundo França (2004), a estrutura espacial urbana compreende a estrutura física (espaços públicos abertos e formas construídas) e a funcional (atividades) que, ao se interagirem mutuamente, geram fluxos e movimentos, possibilitando a geração de novas estruturas, tornando a cidade um sistema com características dinâmicas.

Kneib, Silva e Portugal (2010) ressaltam que um dos principais objetivos do desenvolvimento de teorias e estudos relativos à função e à estrutura espacial urbana consiste em elaborar técnicas de previsão e estimativas, especialmente para uma avaliação das alternativas de atuação pública.

A urbanização nas áreas periurbanas, de acordo com Gibelli e Salzano (2006) e Turri (2000) pode gerar vastas continuidades urbanas, em alguns casos em formas dispersas e descontínuas conhecidas como expansão urbana. Mazzocchi et al. (2014) pontua que a expansão urbana pode fazer com que os espaços agrícolas ou naturais sejam cercados por espaços urbanos, levando-os a se incorporar totalmente à questão urbana e à destruição de sua funcionalidade agrícola.

Tal efeito da urbanização continua crescendo, embora os padrões de urbanização sejam diferentes em toda a Europa (EAA, 2006), e é uma grande preocupação em muitas cidades dos EUA, estando associada a uma série de consequências econômicas, sociais e ambientais (SONG; ZENOU, 2006).

No Estado de São Paulo, o crescimento desordenado de algumas cidades como o município de São Paulo (SAMPAIO; PEREIRA, 2003) traz a necessidade de estudos que levem em consideração as diferentes particularidades dos efeitos da urbanização no interior do Estado e sua relação com o rural produtivo, analisados no presente trabalho.

Materiais e Métodos

Para o entendimento e delimitação da agricultura urbana e periurbana se faz necessária a delimitação das áreas urbanizadas em São Paulo, sendo utilizada as bases vetoriais do Projeto Urbanizado Paulista (CATI, 2016). Estas bases foram vetorizadas utilizando-se de ortofotos de todo o território paulista, com 1 metro de resolução espacial, coletadas entre os períodos mais secos de inverno, dos anos de 2010 e 2011 (EMPLASA, 2013). A escala de mapeamento utilizada foi de 1:10.000 para vetorização das áreas urbanizadas, em projeção Cônica Conforme de Lambert no Datum SIRGAS 2000.

Visando-se definir parâmetros para posterior análise baseada no modelo de Von Thünen, são propostos três índices para quantificação do urbanizado (ROQUE, 2019). O primeiro deles refere-se ao quanto do município encontra-se urbanizado relativo a sua área total. Utilizou-se o termo “Urbanização”, emprestado dos conceitos de estatísticas demográficas, mas aqui voltado ao entendimento de análise espacial, sendo este a porcentagem de área urbanizada pela área total do município (Equação 1).

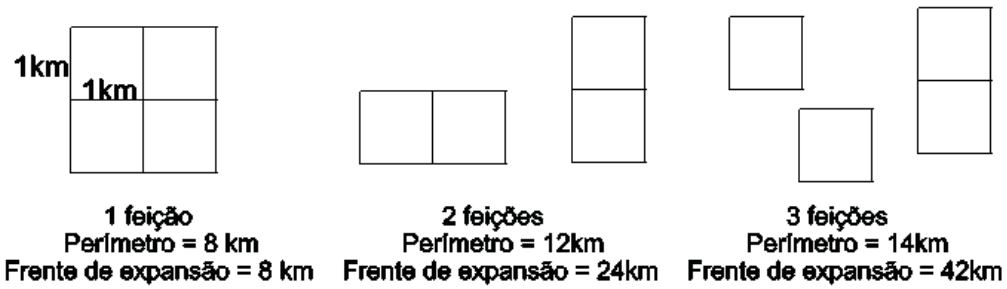
$$\text{Urbanização}\ (\%) = \frac{\text{Área urbanizada}}{\text{Área do município}} \times 100 \qquad \text{(Equação 1)}$$

Para entender o quanto esse urbanizado possui de potencial de crescimento, propõe-se o parâmetro “Frente de expansão” (Equação 2), o qual leva em consideração o número de feições no município (diferentes núcleos urbanizados, sejam eles distritos, bairros, ou condomínios rurais) multiplicado pelo perímetro total destas áreas urbanizadas.

$$\text{Frente de expansão}\ (\text{km}) = \text{Número de feições} \times \text{Perímetro urbanizado} \qquad \text{(Equação 2)}$$

Tal indicador busca representar o quanto esta área urbanizada possui de potencial de pressão sobre as áreas rurais, pois o tráfego de pessoas entre

estes diferentes núcleos urbanizados, tende a criar eixos de crescimento entre os mesmos (Figura 2), sendo assim, quanto maior o número de feições, maior será o valor deste parâmetro, associado ainda com o seu formato (perímetro), tais áreas tendem a se juntar com o passar do tempo.



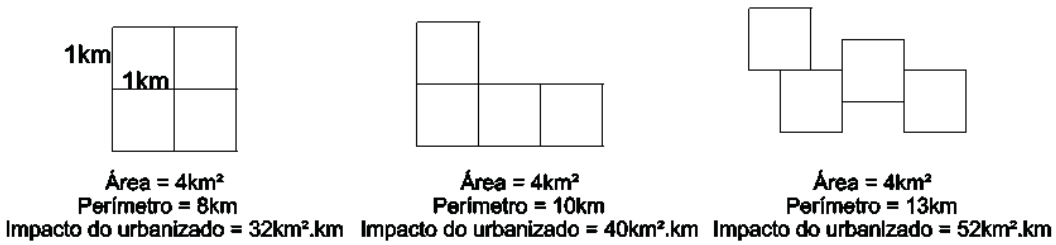
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2. Exemplo de aplicação do parâmetro Frente de Expansão.

O quanto esse urbanizado impacta sobre o rural é o objetivo do terceiro indicador proposto, denominado “Impacto do urbanizado” (Equação 3), o qual gera um valor em km².km, sendo a área urbanizada multiplicada pelo perímetro urbanizado, representando o impacto de crescimento sobre as áreas periurbanas.

$$\text{Impacto do urbanizado} = \text{Área urbanizada} \times \text{Perímetro urbanizado} \quad \text{(Equação 3)}$$

Tal parâmetro busca representar e quantificar a tendência de quanto maior o número de eixos de crescimento, bem como áreas de crescimento desordenado, maior será a pressão sobre as áreas lindeiras a estes (Figura 3), uma vez que existe uma tendência natural de junção física destes eixos, por processos de proximidade e especulação imobiliária.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Exemplo de aplicação do parâmetro Impacto do urbanizado.

De posse das equações apresentadas, buscou-se a identificação de diferentes níveis de urbanização em São Paulo, e, baseado na teoria de Von Thünen, delimitar-se a distância do que pode ser considerada área de agricultura periurbana, ou o primeiro anel do modelo, variável conforme parâmetros da realidade local de cada área urbanizada.

A agricultura urbana/periurbana paulista

O espaço de análise aqui utilizado é o definido por Santos (2014), sendo o espaço geográfico correspondente a um conjunto formado por um sistema de objetos (de natureza física, constituídos pela materialidade do espaço) e um sistema de ações (que representam sua dimensão não tangível, isto é, os processos sociais, culturais, políticos e econômicos que o constituem).

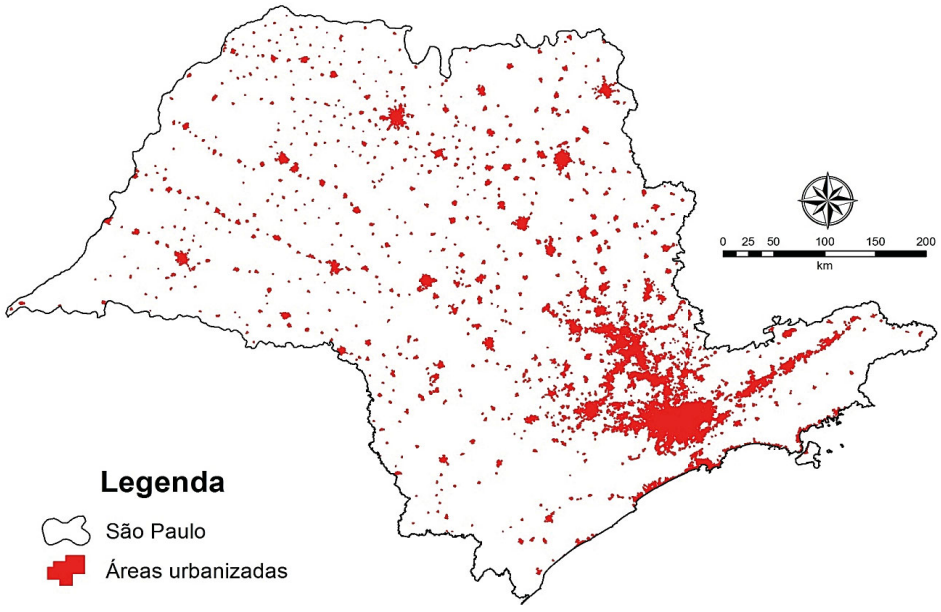
Para se definir o que é urbano e o que é rural, planejadores municipais delimitam os perímetros urbanos e rurais em função dos interesses e das perspectivas de desenvolvimento territorial do município, sendo então realizada sua aprovação, em lei municipal pela Câmara de Vereadores em cada localidade, impactando diretamente no mercado de terras, influenciado pela Lei Federal nº 6.766/79, mais os acréscimos e novas redações da Lei Federal nº 9.785/99, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, bem como as diretrizes estabelecidas na Lei Federal nº 11.977/2009, atualizadas pela Lei Federal nº 11.465/2017, que prevê, destaca, e ordena, formas de Regularização Fundiária.

Diferente deste entendimento legal, buscou-se neste estudo, mapear formações construtivas de obras civis voltadas a moradia e sua estrutura de transporte interno (cidades e bairros) em fotos de aerofotogrametria[6], pois como conceituado por Talaska et al. (2014) são necessários critérios a serem empregados para a caracterização do urbano e, por oposição ou complementação, do rural.

Duas abordagens de campo e cidade são atualmente aceitas. Como apontado por Freire, Ferreira e Lima (2016) a primeira abordagem, a dicotômica, traz uma oposição entre os meios rurais e urbanos, onde existem divergências em relação a seus espaços, e a segunda abordagem, a de *continuum*, é decorrente das interligações campo-cidade e do processo de urbanização que recai sobre toda a sociedade, alcançando as regiões rurais e urbanas.

Como conclui Veiga (2002) é errado abordar as relações entre cidade e campo nos termos em que se desenrola o debate sociológico, isto é, de “dicotomia x *continuum*”. Não se visa neste estudo dissociar conceitualmente o rural do urbano, tendo como objetivo, expressar no plano territorial os limites entre a cidade e campo, delineando unidades-espaciais urbanas e rurais, conforme Sposito (2006).

O mapeamento das unidades espaciais com característica urbanas, ou o urbanizado paulista (CATI, 2016), apresenta o mapa contido na Figura 4, correspondendo a um total de 842.750,1 ha, ano referência 2010/2011. Destaca-se que as atividades de mapeamento exigiram conhecimento prévio da distribuição de ocupação das áreas construídas no território dos 645 municípios paulistas, devido a peculiaridade existente em São Paulo de diversos distritos distantes das sedes municipais, bem como condomínios e bairros rurais afastados dos centros urbanos. Dificuldade esta, explicada por Caiado (1995), de que a rede de cidades do Estado de São Paulo é a mais complexa do país, com sua constituição remontando ao século XIX, quando, a partir do dinamismo econômico impulsionado pelo complexo cafeeiro, o território passou por processo contínuo e permanente de ocupação.



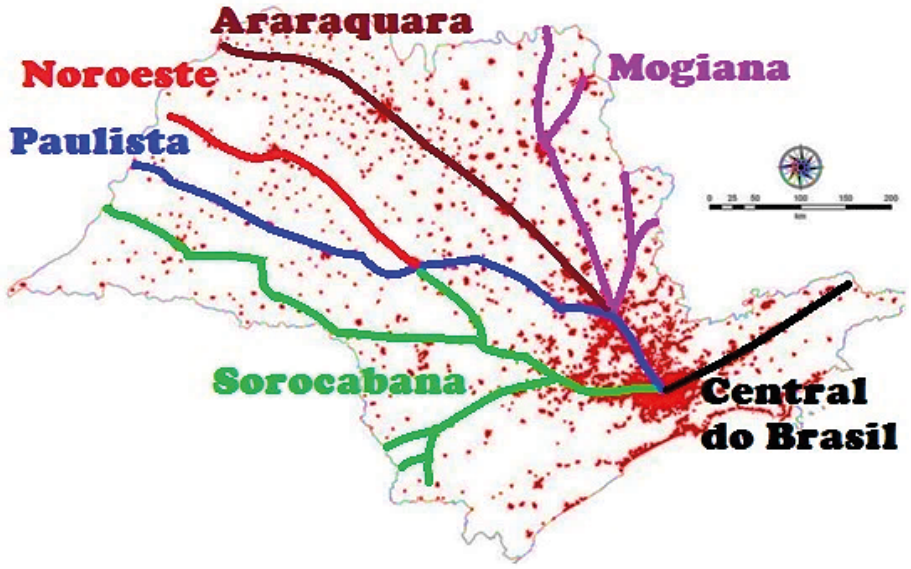
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Áreas urbanizadas em São Paulo.

Procura-se abordar o urbanizado como o exposto por Talaska et al. (2014), sendo esse um elemento que extrapola territorialmente os limites da cidade e, portanto, necessitando de uma abordagem analítica que considere as relações sociais, e a superposição das formas urbanas e rurais, através de um c*ontinuum* espacial, contribuindo assim para o entendimento da dinâmica de um espaço que está em constante transformação. Medeiros (2017) afirma que nesse contexto, é mais coerente que a cidade e o campo sejam analisados a partir das relações que estabelecem entre si, uma vez que a dicotomia cidade e campo desaparecem.

O uso deste mapa permite que estudiosos com base na evolução da teoria da renda[7] exposta por Deák (1985), verifiquem a influência da localização no preço do solo urbano, que está de alguma maneira, ligado à distribuição espacial da atividade humana, e conforme esse autor destaca, passa a ser o instrumento de mercado fundamental na organização espacial da produção capitalista em geral, e na grande aglomeração urbana.

Analisando-se a Figura 4, percebe-se que existe certo padrão de ocupação pelas áreas urbanizadas, partindo dos municípios de São Paulo e Campinas. Tal padrão pode ser explicado pelos eixos ferroviários históricos implantados no Estado a partir de 1858, e chamados por Monbeig (1984) de frente pioneira, conforme apresentados na Figura 5, os quais, voltados a ocupação do território e produção e escoamento da produção de café, sob concessão de companhias particulares, tiveram o apoio das ações da extinta Companhia de Agricultura, Imigração e Colonização para a abertura de frentes para alocação das áreas hoje sede dos municípios.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Eixos ferroviários históricos de São Paulo.

O Vale do Paraíba possui um claro eixo de urbanização, em grande medida causado pela construção da BR-116, Rodovia Presidente Dutra (denominação da ligação entre São Paulo e Rio de Janeiro) e é, segundo vários autores (Rezende e Lima, 1999), o vetor de união entre as duas maiores metrópoles brasileiras, onde inclusive a projeção da área de influência de Volta Redonda (RJ) se faz presente em território paulista, conforme descrito em IBGE (2008).

Para delimitação do limite físico a ser caracterizado como periurbano, realizou-se a análise dos parâmetros obtidos das Equações 1, 2 e 3, para cada

um dos municípios paulistas. Utilizando-se o padrão de estratificação obtido por quebras naturais de Jenks (1967), ou também chamado método de otimização de Jenks, que determina o melhor arranjo de valores em diferentes classes, procurando minimizar o desvio médio de cada classe da média da classe, maximizando o desvio de cada classe das médias dos outros grupos, ou seja, reduz a variância dentro das classes e maximiza a variância entre as classes.

Abramovay (2003), apoiando-se no princípio de que ruralidade é um conceito de natureza territorial e não-setorial, mostra que três aspectos básicos caracterizam o meio rural: a relação com a natureza, a importância das áreas não densamente povoadas e a dependência do sistema urbano. Baptista (2001) aponta que o elemento que sobrevive mais forte da diferenciação rural-urbano é o tamanho dos aglomerados populacionais.

Gonçalves et al. (2017) enfatiza que as áreas periurbanas não têm fronteiras claras, tanto em termos geográficos como conceituais, e em seu estudo utilizou como pressuposto, de que mais de um tipo de região periurbana em torno de um núcleo urbano pode existir, sendo necessária uma abordagem transdisciplinar em sua análise, ligando os aspectos físicos, econômicos, sociais e pessoais, para capturar a variabilidade intrínseca e a complexidade do caráter periurbano. Sendo esse o mesmo aspecto e entendimento da presente análise.

Dessa maneira, buscou-se junto a equipe técnica da CATI, numa concepção interdisciplinar, delimitar um raio de influência dos diferentes padrões de urbanização em relação ao rural, levando-se em consideração critérios como relações econômicas de comércio local, e problemas decorrentes de falta de segurança ao rural pela relação com a população urbana, para se delimitar os valores em quilômetros apresentados na Tabela 1.

A análise do parâmetro “Urbanização” trouxe como resultado a identificação de 24 municípios com valores acima de 40%, ou seja, mais de 40% de seu território sob área urbanizada, sendo então classificados como nível 1 de urbanização.

Após estratificação por quebras naturais do critério “Impacto do urbanizado” em cinco classes, selecionou-se as duas classes de maiores valores, permitindo-se a seleção de 25 municípios com valores acima de 11.000 km². km, representando assim os municípios que possuem um maior impacto sobre a área rural, e, portanto, certamente estão em franca expansão, o que se verificou utilizando-se imagens recentes disponibilizadas no *software* Google Earth Pro, pois os mapeamentos realizados para a referência em uso, já apresentam vários eixos de expansão que extrapolam os limites vetorizados aqui apresentados.

Os municípios restantes foram estratificados de acordo com o critério “Frente de expansão” em três classes, dividindo-se assim os demais municípios de acordo com esse parâmetro que representa um valor linear em quilômetros do quanto a área urbanizada tenderá a se desenvolver em direção ao rural.

Obteve-se assim uma estratificação geral entre os municípios paulistas em cinco níveis de urbanização (Tabela 1), os quais, realizadas consultas a diferentes agentes de extensão rural da CATI, levando-se em conta as dificuldades enfrentadas pelos agricultores em regiões periurbanas, tais como furtos de produtos plantados, assaltos a sede da UPA, despejo irregular de lixo, fogo clandestino, entre outros inerentes na relação população urbana e rural, chegou-se a delimitação e proposição apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios para estratificação dos níveis de urbanização e limites da região periurbana.

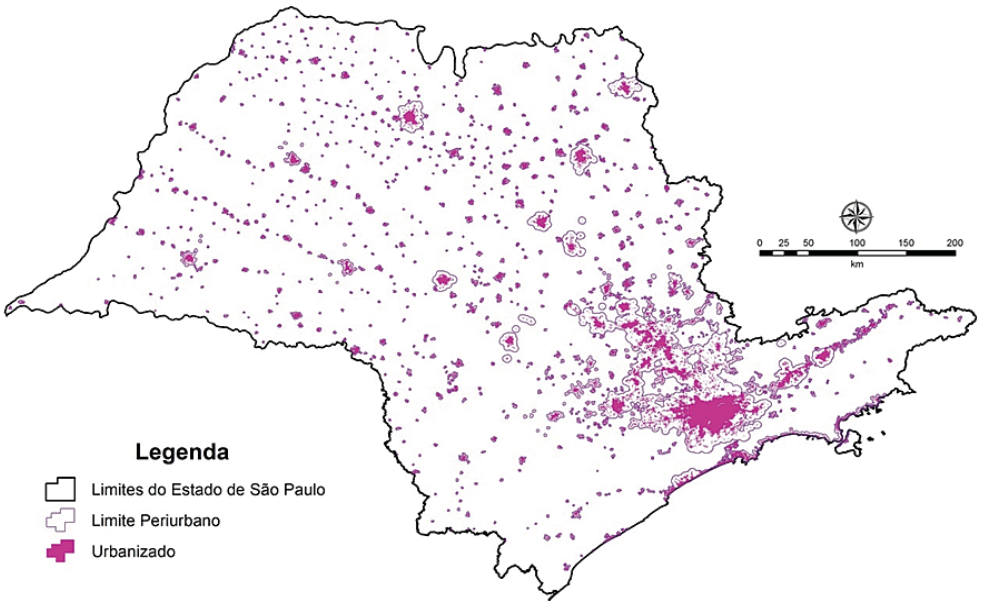
Nível de urbanização	Parâmetro utilizado	Método de Classificação	Critério de recorte	Municípios	Periurbano (km)
1	Urbanização	Aplicado o método das quebras naturais do algoritmo de Jenks, com 5 classes, e selecionado a de maior valor	Urbanização > 40%	24	5
2	Impacto do urbanizado	Aplicado o método das quebras naturais do algoritmo de Jenks, com 5 classes, e selecionadas as duas de maior valor	Impacto do urbanizado > 11.000	25	3
3	Frente de expansão	Aplicado o método das quebras naturais do algoritmo de Jenks, com 3 classes, e selecionado a de maior valor	Frente de Expansão > 2.700	6	1,5
4	Frente de expansão	Aplicado o método das quebras naturais do algoritmo de Jenks, com 3 classes, e selecionado a de valor médio	2.700 ≥ Frente de Expansão ≥ 560	43	1
5	Frente de expansão	Aplicado o método das quebras naturais do algoritmo de Jenks, com 3 classes, e selecionado a de menor valor	Frente de Expansão < 560	547	0,5

Fonte: Elaborado pelos autores.

A noção do *continuum* exposta por Talaska et al. (2014), que implica considerar a existência de uma graduação entre o urbano e o rural, de modo que se pode identificar diferentes níveis escalares de relações urbanas ou rurais, os quais seriam níveis de transição entre os extremos urbano e rural, é utilizada neste estudo como elemento variável de acordo com o nível de urbanização do município.

Para os municípios com nível 1 de urbanização, propõe-se a delimitação de um raio à partir do limite urbanizado (*buffer*) de cinco quilômetros, pois em tais localidades o peso do município se faz presente numa vasta extensão adentrando a área rural. Nos municípios de nível de urbanização 2, com ainda elevado impacto do urbanizado sobre o rural é proposto um raio de 3 km para esta franja do urbano. Os demais municípios, começando com o valor de 1,5 km e diminuindo-se 0,5 km a cada diminuição do nível de urbanização.

Realizados os procedimentos de delimitação de raio (*buffer*) para cada município, efetuadas as junções destes quando da ocorrência de sobreposição, e recorte dos mesmos para se manterem dentro dos limites do Estado, pois muitos dos municípios causam impactos da área periurbana a outros estados da federação, chegou-se ao mapa apresentado na Figura 6.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6. Áreas de agricultura urbana e periurbana em São Paulo.

Verifica-se que nas regiões onde houve o processo de conurbação[8], extensas áreas periurbanas se formam como nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas, apresentando assim, áreas periurbanas que se somam espacialmente, gerando um maior efeito do urbano sobre o rural em tais áreas. Caiado e Santos (2003) destacam que a localização das atividades econômicas e da população privilegiou as sedes regionais e/ou seus entornos imediatos, notadamente as Regiões Administrativas de Campinas, Santos, Sorocaba, São José dos Campos e Ribeirão Preto, no sentido de induzir um padrão de urbanização até então vigente somente na metrópole.

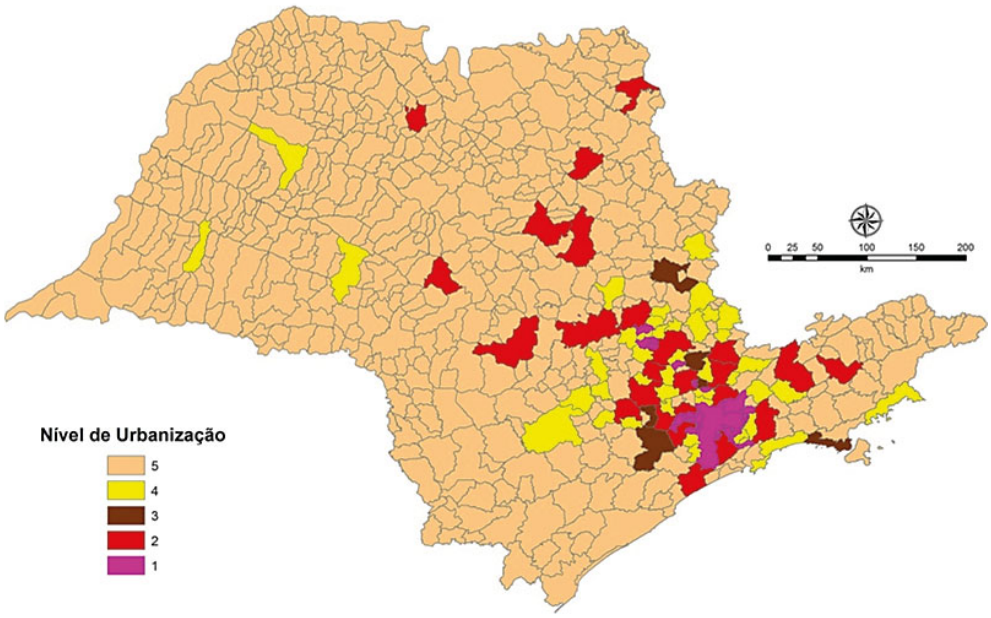
As áreas periurbanas, que na literatura especializada, segundo Miranda (2009), encontram outros conceitos e denominações que se referem aos espaços existentes na interface do rural com o urbano, dentre os quais, podem ser destacados: franja rurbana, franja rural-urbana, franja periurbana, periferia rurbana ou, para os casos em que a urbanização não constitui uma faixa homogênea nas dimensões físico-naturais e/ou sociais.

O entendimento das áreas aqui mapeadas se assemelha ao conceituado por Pryor (1971), como franja rural-urbana constituindo-se enquanto zona de

transição de usos do solo e características sociodemográficas, que se caracteriza por um maior ritmo de crescimento demográfico e maior ritmo das transformações do solo rural em urbano, e também ao mesmo tempo por uma permanência, quer sejam econômicas, quer sejam políticas, de estruturas que oferecem resistências às transformações mais diretas da urbanização.

Um total de 1.863.055,5 km² foi obtido para a área periurbana paulista (7,5% da área física total do Estado, que é de 24,8 milhões de ha), sendo esse a base para a delimitação dos limites físicos da agricultura urbana e periurbana em São Paulo, e é importante destacar a característica do efeito crescente desta franja urbana, em função do tamanho da área urbanizada, permitindo-se visualizar o efeito crescente sobre o rural conforme a proximidade com as regiões metropolitanas paulistas.

Com vistas à realização de uma checagem da proposição dos cinco níveis de urbanização, confeccionou-se o mapa da Figura 7, podendo-se observar que o nível 1 representa o município de São Paulo e suas cidades satélites, bem como efeito parecido que vem ocorrendo no entorno de Campinas, nas cidades de Sumaré e Hortolândia.



Fonte: Elaborado pelos autores.

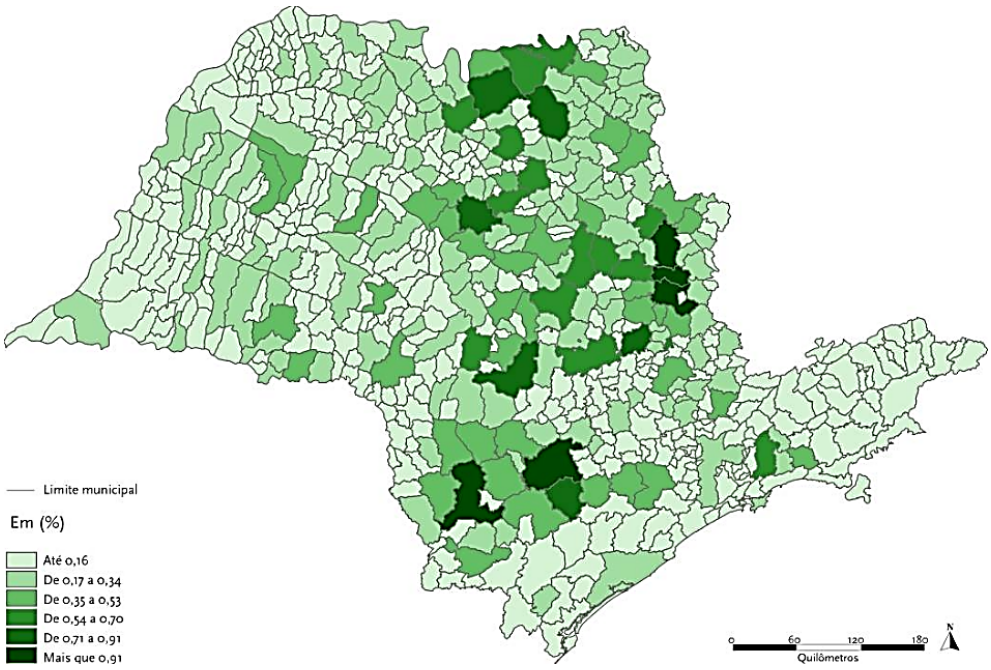
Figura 7. Nível de urbanização em São Paulo.

O nível 2 representa cidades referência para a região que a margeia, tais como Campinas e Taubaté e municípios como São José do Rio Preto e Botucatu no interior do Estado, distantes da influência do nível 1 de urbanização. Os níveis 3 e 4 apresentam municípios referência da localidade em que estão inseridos, muitos deles apresentando elevadas taxas de crescimento de sua população e desenvolvimento

constante das indústrias instaladas em seus limites. O nível 5, ou seja, 84,81% dos municípios paulistas, encontram-se num nível ainda de menor impacto sobre o rural, existindo ainda o convívio entre as atividades urbanas e rurais de forma menos impactantes, sendo ainda o rural, pasta importante nas secretarias municipais.

Egler et al. (2013), conclui que, embora fortemente polarizada pela metrópole paulista, que centraliza as principais funções de serviços especializados, com capitais regionais importantes, onde se destacam Campinas, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto, o território paulista já dispõe de subsistemas urbanos capazes de consubstanciar uma estrutura policêntrica, que permitiria distribuição mais harmônica do crescimento e uma integração mais efetiva entre as suas diversas regiões.

Analisando-se o mapa da Figura 7 em conjunto com o mapa da Figura 8, nota-se que a distribuição dos municípios com maior participação no Valor adicionado da agropecuária (acima de 35%), coincide com os pólos regionais no interior paulista, classificados como de nível de urbanização 4 e às demais regiões classificadas como de nível de urbanização 5.



Fonte: Egler et al. (2013).

Figura 8. Participação dos municípios no valor adicionado da agropecuária – 2007.

Somente a capital de São Paulo responde por 33,8% do PIB paulista; metade da riqueza produzida no Estado se concentra em apenas sete municípios, e a participação das regiões metropolitanas é de 78,6% do PIB (Fundação Seade, 2017). O PIB das regiões metropolitanas (São Paulo, Campinas, Vale do Paraíba e Litoral Norte, Ribeirão Preto, Sorocaba, e Baixada Santista) somado ao das aglomerações urbanas de Jundiaí e de Piracicaba corresponde a 84,9% do total, ficando os demais

municípios com uma participação de apenas 15,1%. Porém, quando analisado o Valor adicionado pela agropecuária, esta relação se inverte, ficando estes municípios com uma participação de 69,8% do total. A participação no Valor adicionado pela agropecuária nos municípios com até 50.000 habitantes é de 71,1% (Fundação Seade, 2017), sendo estes classificados nos níveis de urbanização 4 e 5.

Com uma área urbana ocupando 3,4% do território paulista e tendo como área periurbana um total de 7,5%, chega-se a um total de 2.705.805,6 ha, ou 10,9% do território com relação direta das influências das dinâmicas urbanas sobre o rural. Cruzou-se então a geoespacialização das Unidades de Produção Agropecuárias (UPAs) do censo rural paulista, chamado de LUPA 2017/2018 (São Paulo, 2019) com as áreas urbanizadas, obtendo-se um total de 7.755 UPAs, ou seja, 2,5% das UPAs no Estado, classificadas como UPAs urbanas. O valor total da área física destas corresponde a 201.983,3 ha, salientando-se que não obrigatoriamente estejam em sua totalidade dentro da área urbanizada. A análise da ocupação do solo por estas UPAs, agrupada por grupo de culturas é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Grupos de cultura nas UPAs Urbanas, LUPA 2017/2018.

Grupo de culturas	Número de UPAs	%	Área ocupada	%
Pastagens	5.750	74,1	70.474,0	34,9
Olerícolas	2.431	31,3	3.163,1	1,6
Frutas	1.446	18,6	1.933,8	1,0
Grãos	1.210	15,6	18.698,1	9,3
Cana-de-açúcar	870	11,2	31.803,3	15,7
Outras	829	10,7	9.652,7	4,8
Eucalipto	766	9,9	12.129,3	6,0
Citros	268	3,5	3.816,8	1,9
Café	239	3,1	1.840,4	0,9
Seringueira	47	0,6	517,8	0,3
Plantas fibrosas	2	0,0	8,5	0,0
Total Geral	13.858	178,7	154.037,8	76,3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Importante notar que o número total de UPAs ultrapassa o total de UPAs urbanas, fato esse explicado pela característica de possibilidade de ocorrência da mesma UPA em mais de um grupo de cultura. As pastagens são a ocupação de maior ocorrência de UPAs, característica frequentemente associada às áreas de expansão, com desenvolvimento descontínuo ou pioneiro, conforme Coy, Klingler e Kohlhepp (2017). Ohls e Pines (1975) afirmam que a especulação entre os

proprietários de terras, de que a terra mais próxima do centro urbano é impedida de se desenvolver para que possa ser desenvolvida em uma densidade mais alta no futuro, passa a ser determinante primário desse padrão de desenvolvimento com pastagens, os quais utilizam esta ocupação apenas como medida de ocupação da área, aguardando sua valorização com o passar do tempo.

O segundo grupo de maior ocorrência, o das olerícolas, vêm a corroborar com a teoria de Von Thünen, de que estas seriam as de maior ocorrência nestas áreas. Importante destacar que, apesar de representarem apenas 1,6% da área ocupada, a olericultura possui alta produtividade com implantação de diferentes culturas e/ou diferentes ciclos numa mesma área (gleba homogênea). De acordo com Mogharbel e Masson (2005), a importância da olericultura no cenário agrícola nacional se traduz pela alta rentabilidade, distribuição de renda e geração de empregos. Caetano et al. (2001) afirmam que dentre os produtos agrícolas nacionais, estas só perdem em valor da produção para a cana-de-açúcar, café, soja e milho.

As UPAs periurbanas representam um total de 35.214 UPAs (11,3% do total de UPAs) com 1.130.534,4 de ha ocupados, representando 6,1% do total da área de agropecuária estadual, e a relação de grupos de culturas exploradas em seu interior é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Grupos de cultura nas UPAs Periurbanas, LUPA 2017/2018.

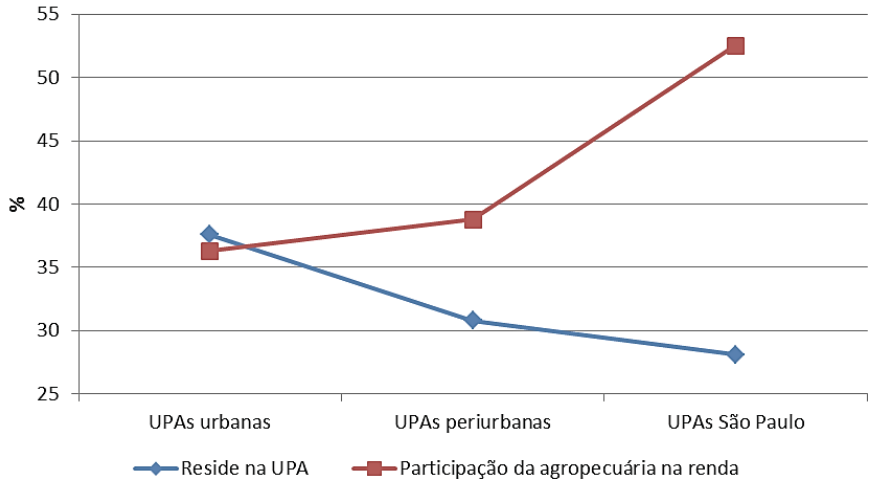
Grupo de culturas	Número de UPAs	%	Área ocupada	%
Pastagens	25.784	73,2	404.334,1	35,8
Olerícolas	10.058	28,6	21.937,4	1,9
Grãos	6.581	18,7	96.706,2	8,6
Frutas	6.455	18,3	13.591,9	1,2
Cana-de-açúcar	6.203	17,6	244.141,9	21,6
Eucalipto	4.320	12,3	61.766,9	5,5
Outras	2.886	8,2	12.567,8	1,1
Citros	1.965	5,6	28.870,5	2,6
Café	1.461	4,1	17.086,4	1,5
Seringueira	325	0,9	4.393,3	0,4
Plantas fibrosas	7	0,0	76,0	0,0
Total Geral	66.045	187,6	905.472,4	80,1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Efeito semelhante ao das UPAs urbanas se repete para o das UPAs periurbanas, corroborando assim novamente com a teoria de Von Thünen de exploração de olerícolas neste primeiro anel de entorno do urbanizado. Importante

se destacar a expressiva participação da cana-de-açúcar, reafirmando seu caráter de cultura que cobre grandes porções do território paulista e a problemática de sua relação com a população urbana, que sofre os efeitos diretos advindos das práticas agronômicas utilizadas em seu manejo (fogo, deriva[9] de defensivos, perda de diversidade de flora e fauna, e alteração da paisagem).

A discussão acerca da agricultura urbana e periurbana vêm tomando expressão no cenário nacional, havendo inclusive o projeto de Lei Federal n° 906/2015, que institui a política nacional de agricultura urbana (BRASIL, 2015), aprovado pela câmara dos deputados e aguardando apreciação pelo senado. Importante se destacar também na análise deste perfil de agricultura o exposto na Figura 9.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9. Comparativo entre UPAs urbanas, periurbanas e total, relativo a participação da agropecuária na renda e número de residentes na UPA (LUPA 2017/2018).

Nota-se que conforme a exploração agropecuária se distancia da cidade, a participação da renda da agropecuária na renda familiar aumenta, explicitando o efeito de vínculo existente entre as relações do produtor rural para com as atividades econômicas da cidade quando da proximidade física. Efeito contrário ocorre quando se analisa se o proprietário reside na UPA, diminuindo em função do distanciamento do urbanizado, que explicita a relação de distância da UPA para com a área urbanizada, como efeito direto na opção de residência do proprietário na UPA. Importante perceber que a agricultura urbana e periurbana acabam funcionando como um elemento que favorece a fixação do proprietário na propriedade agrícola, efeito esse que merece atenção na formulação de políticas públicas a estas porções do território.

A ocupação do território apresentado aqui como agricultura urbana e periurbana, favorecem assim a manutenção do homem no campo, gerando uma relação de trocas comerciais entre cidade e campo que beneficiam a integração entre estas

formas de entender e viver o rural, permitindo que alimentos do grupo olerícolas estejam disponíveis de forma rápida à população local, bem como permitindo que a família rural se mantenha no campo e não gere impactos à gestão municipal de trabalhadores desempregados, causado pelo êxodo do rural para o urbano.

De acordo com Ney e Hoffmann (2009), estudos realizados em diversos países em desenvolvimento, mostram que algumas condições responsáveis pela desigualdade de renda na agricultura, como a distribuição da posse da terra, o perfil educacional da população e as desigualdades inter-regionais também tendem a afetar, com maior ou menor intensidade, a distribuição da renda rural não-agrícola. Desta forma, aliando-se ao obtido para as UPAs urbanas e periurbanas, com 63,7% e 61,2% respectivamente, da renda dos proprietários proveniente de outras fontes não ligadas às UPAs, merece atenção dos tomadores de decisão quanto aos programas a serem desenvolvidos a esta parcela da agropecuária.

De forma a se realizar uma verificação das áreas periurbanas delimitadas, empregando-se as ortofotos utilizadas nas vetorizações das áreas periurbanas, para checagem das características das UPAs de forma visual, realizaram-se algumas observações, como as apresentadas nas imagens contidas da Figura 10.

(a) (b)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Obs.: Limite do urbanizado em rosa e limite do periurbano em roxo. Os pontos verdes referem-se à distribuição geoespacial das UPAs (LUPA 17/18).

Figura 10. Checagem de delimitação de áreas urbanas e periurbanas, com cruzamento de UPAs do censo LUPA 17/18, (a) município nível 4 de urbanização e (b) município nível 2 de urbanização.

Na Figura 10(a), observa-se um recorte de uma das áreas periurbanas de um município escolhido aleatoriamente (nível de urbanização 4), verificando-se diversas áreas de plantio do grupo das olerícolas, às quais visam o abastecimento

da área urbanizada, corroborando assim mais uma vez com a teoria de Von Thünen para o primeiro anel concêntrico. Na Figura 10(b) com recorte em município de nível de urbanização 2, constata-se a influência do urbanizado sobre o rural, quando em município com elevado grau de urbanização, gerando efeitos em UPAs além das voltadas à produção de produtos da olericultura, mas também nas UPAs com exploração de cana-de-açúcar, grãos, e frutas.

Na Figura 11 é apresentado um exemplo de análise integrada dos dados do LUPA com os vetores do Cadastro Ambiental Rural (CAR), atual ferramenta de gestão pública das questões ambientais no meio rural, para a região periurbana da região de Campinas (nível de urbanização 2). Fator importante em se destacar é a capacidade do LUPA de abranger um maior número de porções do rural, pois mesmo a obrigação legal existindo quanto ao cadastro no CAR, apenas uma propriedade é existente para a região, enquanto o LUPA 17/18 apresenta três UPAs, todas apresentando a característica de presença de olericultura entre suas informações levantadas. Diversas ferramentas de gestão do território possuem diferentes ganhos e potencialidades em seu uso, esta visão, segundo entendimento de Carneiro et al. (2012), abre espaço para uma nova concepção de plataforma, o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM). Esse, além de agregar os aspectos econômicos, físicos e jurídicos tradicionais, contemplará também os dados ambientais do imóvel e os sociais das pessoas que o habitam. Neste sentido indica-se a necessidade de integração das bases de dados existentes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11. Exemplo de utilização conjunta de distribuição geoespacial de UPAs (pontos verdes), com vetores do Cadastro Ambiental Rural (polígono verde hachurado), cidade de Campinas.

Balsadi (2001) afirma que a agricultura em tempo parcial e a pluriatividade nestas regiões, promovem uma articulação entre a agricultura e os demais setores econômicos, num contexto territorial que já foi agrícola e rural, passando cada vez mais a ser caracterizado pela presença de diversos ramos de atividade, com exceção das áreas mais atrasadas e mais pobres (aglomerados subnormais). Conforme afirma esse autor, nesse espaço, onde o rural já não é sinônimo de agrícola, há forte expansão das atividades industriais e de serviços, antes restritas às áreas urbanas, de tal forma que a difusão de novas tecnologias, que acompanha esse processo, torna cada vez maior a analogia entre os processos de trabalho na agricultura e na indústria e entre os mercados de trabalho urbano e rural, ressignificando o "novo rural" destacado por diferentes autores já apontados.

A título de conclusão desta análise é importante destacar que as UPAs urbanas possuem um total necessário de 40.396,7 ha de Reserva Legal (RL), levando-se em consideração os 20% exigidos na Lei Federal n° 12.651/2012, e possuem um total de vegetação nativa de 33.130,0 ha, ou seja, sendo necessária a restauração florestal de 18% da área das UPAS. Já as UPAs periurbanas possuem um total necessário de 226.106,9 ha de RL, e possuem um total de vegetação nativa de 153.553,0 ha, havendo uma necessidade maior nestas áreas quanto a restauração florestal, ou seja, de 32,1% da área das UPAs. A presença de vegetação nativa nestas porções do território é apontada por Wollmann (2014) como de extrema importância para o planejamento e gestão territorial municipal, sendo um processo efetivo que contribui para a qualidade de vida dos cidadãos e almeja a sustentabilidade ambiental. Permitindo ainda que contribua como um fator de amortecimento dos efeitos das influências ambientais decorrentes de possíveis mudanças climáticas, pelo seu efeito no microclima local.

Assim, as políticas públicas voltadas a esta realidade, de acordo com Fernandes (2008), deverão contribuir para atenuar a divisão que ocorre entre o rural e o urbano, estabelecendo mecanismos que unam estes meios, especialmente em termos ambientais. Há ainda de se ressaltar a possibilidade de políticas de incentivo no desenvolvimento e fixação por agroindústrias nestas áreas periurbanas, aliando-se a demanda proveniente das áreas urbanizadas, com a disponibilidade de produtos do setor agropecuário.

A agricultura urbana e periurbana é responsável por 19,1% (25.100,5 ha) da área plantada de olericultura no Estado de São Paulo, englobando 18,1% (5.038 UPAs) das UPAs com exploração deste grupo de cultivo. Apesar da comprovação da teoria de Von Thünen, o Estado de São Paulo possui regiões de seu território especializadas no cultivo das olerícolas, tais como a região do Alto Tietê e de Sorocaba, havendo forte especificidade de cultivo, tais como jiló, pepino, repolho, quiabo, pimentão, espinafre, couve, cebolinha, alface e brócolis, visando o atendimento das demandas das regiões urbanizadas.

Conclusões

Apesar de São Paulo representar um polo de tecnologia e produção industrial no cenário brasileiro e mundial, tal efeito se relaciona ao padrão de urbanização do território, e é concentrado nas regiões metropolitanas, sendo a maioria dos municípios paulistas ligados ao setor agropecuário, e suas cadeias de produção correlacionando diretamente com o setor industrial. Tal fato merece destaque, pois as políticas públicas voltadas ao setor agropecuário são deixadas em segundo plano, tendo destaque as voltadas ao setor industrializado.

A agricultura urbana e periurbana em São Paulo segue a teoria de Von Thünen, porém não de forma exclusiva, pois existem nichos de produção e setorização em São Paulo, não obrigatoriamente ligados às questões de distância da área urbanizada, como os polos de produção olerícolas de Mogi das Cruzes, Sorocaba e Itapetininga. A metodologia criada para definição da agricultura periurbana mostrou-se válida nas análises dos padrões de ocupação, bem como no perfil do agricultor que ocupa estes territórios, mostrando que existe um perfil diferenciado da agricultura realizada nestes espaços, carente de políticas públicas específicas, pois possuem uma relação econômica e social particular para com as áreas urbanizadas.

A análise aqui apresentada, bem como os mapeamentos e números levantados possuem potencial de subsidiar políticas públicas tanto para áreas rurais como urbanas, permitindo um cuidado para as pessoas que ocupam os espaços rurais e urbanos, bem como a interface entre eles, com linhas de ação focadas às realidades de ocupação do solo, e seus limites físicos envolvidos.

Notas

3 Conceito fundamentalmente urbano que consiste em uma série de melhorias físicas ou materiais e mudanças imateriais (econômicas, sociais e culturais) que ocorrem em alguns centros urbanos antigos, os quais experimentam uma apreciável elevação de seu status, com substituição de habitantes de classe baixa por habitantes de elevada remuneração.

4 Teoria da Renda da Terra de David Ricardo, que de forma resumida, coloca que com o aumento da população, haverá a necessidade de que mais terras sejam cultivadas e, como mais terras são cultivadas, haverá uma diferenciação no pagamento das rendas para as terras mais ou menos férteis.

5 Área da horticultura que abrange a exploração de hortaliças e que engloba culturas folhosas, raízes, bulbos, tubérculos, frutos diversos e partes comestíveis de plantas.

6 Cobertura aerofotográfica do território, executada para fins de mapeamento.

7 Conjunto de formulações da economia política, dos economistas de Adam

Smith a Marx, passando por David Ricardo, referente ao pagamento, por parte dos capitalistas, aos senhores de terra, pelo uso do solo.

8 Fenômeno urbano que ocorre quando duas cidades limítrofes se expandem ao ponto de encontrar-se, compondo um único núcleo urbano.

9 Toda aplicação de defensivos agrícolas que não atinge o local desejado, podendo ocorrer por evaporação, escorrimento e/ou deslocação para outras áreas através do vento.

Referências

ABRAMOWAY, R. **Do setor ao território:** funções e medidas da ruralidade no desenvolvimento contemporâneo. IPEA, 2000.

ADELL. G. Theories and models of the peri-urban interface: a changing conceptual landscape. **Literature review online**. Development Planning Unit, University College London, 1999. Disponível em: <http://www.ucl.ac.uk/dpu/pui/research/previous/epm/g_adell.htm>. Acesso em: 05 de fev. 2015

ALLEN, A. La interfase periurbana como escenario de cambio y acción hacia la sustentabilidad del desarrollo. **Cuadernos del Cendes,** año 20, n° 53, Tercera Época, 2003.

ALVES, F. D. A relação campo-cidade na geografia brasileira: Apontamentos teóricos a partir de periódicos científicos. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 7-18, 2012.

AQUINO, A. M.; MONTEIRO, D. Agricultura Urbana. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Ed) **Agroecologia:** princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

BALSADI, O.V. Mudanças no meio rural e desafios para o desenvolvimento sustentável. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 155-165, 2001.

BAPTISTA, F.O. **Agriculturas e territórios**. Oeiras, Portugal: Celta, 2001. 207 p.

BENITO, R. del A. **Transformaciones economicas y câmbios sociodemograficos en el espacio de conurbacion Tarragona-Reus** (1960-1996). 2003. 692p. Tese (Doutorado) - Universitat Rovira i Virgili. Departament d'Història i Geografia. Tarragona, jul. de 2003.

BERNADELLI, M.L.F.H. Contribuição ao debate sobre o urbano e o rural. In: SPÓSITO, M.E.B.; WHITACKER, A.M.(orgs). **Cidade e Campo:** Relações e Contradições entre urbano e rural. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

BERNARDINI, S.P. O planejamento da expansão urbana na interface com a urbanização dispersa: uma análise sobre a região metropolitana de Campinas (1970-2006). **Rev. Bras. Gest. Urbana**. Curitiba, v. 10, n. 1, p. 172-185, 2018.

BRASIL. Câmara do Deputados. **Projeto de Lei n° 906/2015**. Institui a Política Nacional

de Agricultura Urbana e dá outras providências. Situação: Aguardando Apreciação pelo Senado Federal. 2015. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1150824>. Acesso em: 17 jun. 2016.

BRIASSOULIS, H. Analysis of land-use change: Theoretical and modeling approaches. In: **The Web book of regional science**, ed. Scott Loveridge. Morgantown, MV: Regional Research Institute, West Virginia University. 2000. Disponível em: <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>. Acesso em 15 ago. 2017.

CATI. **Área urbanizada do Estado de São Paulo**, 2016. Escala 1:10.000.

CAETANO, L.C.S. et al. **A cultura da alface:** perspectivas, tecnologias e viabilidade. Niterói/RJ, PESAGRO-RIO (Documentos, 78), 2001. 23 p.

CAIADO, A.S.C. Dinâmica socioespacial e a rede urbana paulista. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, Fundação Seade, v.9, n.3, p.46-53, 1995.

CAIADO, A.S.C.; SANTOS, S.M.M. Fim da dicotomia rural-urbano? Um olhar sobre os processos socioespaciais. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 17, n. 3-4, p. 115-124, 2003.

CAMPILAN, D.; DRECHSEL, P.; JÖCKER, D. Métodos de monitoreo y evaluación y su adaptación a la agricultura urbana y periurbana. **Revista de Agricultura Urbana,** nº 5 - Monitoramento e avaliação, 2002.

CARNEIRO, A.F.T.; ERBA, D.A.; AUGUSTO, E.A.A.. Cadastro Multifinalitário 3D: conceitos e perspectivas de implantação no Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, Brasília, n. 64/2, p.257-271, 2012.

CAVALCANTE, L. R. M. T.. Produção teórica em economia regional: uma proposta de sistematização. **Revista brasileira de estudos regionais e urbanos**, v. 2, n. 1, 2008.

COY, M.; KLINGLER, M.; KOHLHEPP, G. De frontier até pós-frontier: regiões pioneiras no Brasil dentro do processo de transformação espaço-temporal e sócio-ecológico. **Confins** [Online], 30, 2017.

DEÁK, C. **Rent theory and the price of urban land:** Spatial organization in a capitalist economy. Tese (Doutorado). University of Cambridge. 1985. 289p. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/docentes/depprojeto/c_deak/CD/3publ/85r-thry/CD85rent.pdf>. Acesso em 30 mar. 2016.

DURÁN, E.E. Cidades sem limites. In: MACHADO, A.S. (Org.) **Trabalho, economia e tecnologia:** novas perspectivas para a sociedade global. São Paulo: Tendez: Bauru: Prãxis, 2003. Disponível em: <http://www.forum-global.de/curso/textos/tecno.pdf> . Acesso em 15 out. 2015.

EGLER, C.A.G.; BESSA, V.C.; GONÇALVES, A.F. Dinâmica territorial e seus rebatimentos na organização regional do Estado de São Paulo. **Confins** [Online], 19, 2013. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/8602>. Acesso em 12 nov. 2016.

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Projeto Mapeia São Paulo**. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.mapeiasp.sp.gov.br>.

ENDLICH, A.M. Perspectivas sobre o urbano e o rural. In: SPÓSITO, M.E.B.; WHITACKER, A.M. **Cidade e Campo:** Relações e Contradições entre urbano e rural. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY - EEA. **Urban Sprawl in Europe, the Ignored Challenge**. EEA, Copenhagen. 2006. 60p.

FANELLI, A. F.D.M.; SANTOS JUNIOR, W.R. The Jundiaí Urban Agglomeration and challenges to São Paulo's metropolitan mobility. **Cad. Metrop.**, São Paulo , v. 15, n. 30, p. 461-487, dez. 2013 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-99962013000200461&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 15 jun. 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Comitê de Agricultura. La agricultura urbana y periurbana. In: **Documento do Tema 9 del Programa Pro-visional**. Roma, 25-29 jan. 1999.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of food agriculture**. Roma: Sales and Marketing Group, 2005. 211 p.

FERNANDES, J.L.S. **Requalificação da Periferia Urbana:** Expansão urbana, forma urbana e sustentabilidade urbana na requalificação da periferia de Coimbra. Lisboa: Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, 2008. 684p.

FRANÇA, A. **Indicadores de desempenho espacial estudo de caso:** a cidade de Cutitibanos – SC. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2004.

FREIRE, M.V.S.; FERREIRA, F.D.G.; LIMA, M.M.F. A dicotomia Rural x Urbano: aplicação dos critérios da OCDE para a Região Metropolitana do Cariri/CE. **Revista Rural & Urbano**, v. 1, n. 1, 2016.

FUNDAÇÃO SEADE. **PIB dos Municípios Paulistas:** 2002-2014. 2017. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/midia/2017/07/PIB_2002_2014_FINAL_reduzido.pdf>. Acesso em 20 jan. 2018.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. 21 ed. São Paulo: Publifolha, 2000.

GIBELLI, M.C.; SALZANO, E. **No Sprawl.** Perché è necessario controllare la dispersione urbana e il consumo di suolo. Alinea, Firenze. 2006.

GONÇALVES, J.; GOMES, M.C.; EZEQUIEL, S.; MOREIRA, F.; LOUPA-RAMOS, I. Differentiating peri-urban areas: A transdisciplinary approach towards a typology. **Land Use Policy**, v. 63, p. 331-341, 2017.

HALL, P. Modelling the post-industrial city. **Futures**, vol. 29, no. 4-5, p. 311-322. 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de influência das cidades – 2007.** Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

JENKS, G. F. The data model concept in statistical mapping. **International yearbook of cartography**, v. 7, n. 1, p. 186-190, 1967.

KNEIB, E.C.; SILVA, P.C.M.; PORTUGAL, L.S. Impactos decorrentes da implantação de pólos geradores de viagens na estrutura espacial das cidades. **Transportes**, v. 18, n. 1, 2010.

LACERDA, T.N.; SANTOS, J.M. Análise da concentração do emprego da agropecuária do Estado de Pernambuco: 2000-2014. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 36, 2017.

LAMBERTI, E. **Dinâmica comercial no território de fronteira:** reexportação e territorialidade na conurbação Ponta Porã e Pedro Juan Caballero. 2006.93p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Aquidauana, dez. de 2006.

LINHARES, M.Y. Pecuária, alimentos e sistemas agrários no Brasil (séculos XVII e XVIII), **Tempo**. v.1, n.2: p. 132-150, 1996.

MAZZOCCHI, C.; SALI, G.; CORSI, S. Fragilità del contesto agricolo periurbano: uno strumento di analisi per il governo del territorio. **Italian Journal of Regional Science**, 13(3), p. 51–72. 2014.

MEDEIROS, C.B.N. **Entre o rural e o urbano:** relações socioambientais da AEIS do Gramorezinho e implicações na sua regulamentação. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal, 2017. 259p.

MIRANDA, L.I.B. Planejamento em área detransição rural-urbana – Velhas novidades em novos territórios. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 11, n. 1, 2009.

MOGHARBEL, A.D.I.; MASSON, M.L. Perigos associados ao consumo da alface (*Lactuca sativa*), in natura. **Alim. Nutr**, v. 16, n. 1, p. 83-88, 2005.

MONBEIG, P. **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**. São Paulo, Hucitec/Polis, 385 p., 1984.

MONTEIRO, A.V.V.M. **Agricultura Urbana e Periurbana: Questões e perspectivas**. Documento Online, 2005. Disponível em: <http://agriculturaurbana.org.br/sitio/textos/ana%20victoria%20sobre%20AU.htm> Acesso em: 12/11/16.

MOURA, R.; LIRA, S.A.; CINTRA, A.P.U. Arranjos espaciais: concentração e mobilidade que redesenham as aglomerações e centros. **Caderno IPARDES**. Curitiba, v. 2, pp. 51-67. 2012.

NEY, M.G.; HOFFMANN, R. Educação, concentração fundiária e desigualdade de rendimentos no meio rural brasileiro. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 147-181, 2009.

NORONHA, E.O.; HESPANHOL, R.A.M. O espaço periurbano no município de Jundiaí-SP: características e tendências atuais. **Revista Formação (Online)**, v. 1, n. 15, 2008.

OHLS, J.C.; PINES, D. Discontinuous urban development and economic efficiency. **Land Economics**, v. 51, n. 3, p. 224-234, 1975.

PRYOR, T. Defining the rural–urban fringe. **Social Forces**, 47 (2), p. 202–215. 1968.

PRYOR, R. J. Defining the rural-urban frige. In: BOURNE, L.S. **Internacional structure of tre city:** readings on espace and enviroment. New York: Oxford University Press, 1971.

REZENDE, F.; LIMA, R. **Rio-São Paulo Cidades Mundiais, Desafios e Oportunidades**. Brasília: IPEA, 1999.

ROQUE, A.A.O. **O Rural produtivo paulista: ocupação territorial, vulnerabilidades e mudanças climáticas**. Tese de doutorado. Nepam/Unicamp, Campinas, SP. 2019.

ROSA, R. **Geomática no Brasil:** histórico e perspectivas futuras. São Paulo: GeoFocus, 2009.

ROSAS, C.A.R.F. As interfaces da relação rural-urbano no Brasil: notas para debate. **Terr@ Plural**, v. 8, n. 1, p. 165-184, 2014.

RUA, J. Urbanidades no rural: o devir de novas territorialidades. **Campo-território: revista de geografia agraria**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p.82-106, 2006.

SAMPAIO, M.R.A.; PEREIRA, P.C.X. Habitação em São Paulo. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 17, n. 48, p. 167-183, 2003.

SANTOS, M. **A natureza do espaço:** técnica e tempo, razão e emoção, 4 ed., São Paulo: Ed. da Univ. de São Paulo, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Projeto LUPA 2016/2017:** Censo Agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: SAA: IEA: CATI, 2019.

SETO, K.C.; SOLECKI, W.D.; GRIFFITH, C.A. **The Routledge Handbook of Urbanization and Global Environmental Change**, Routledge, 2015.

SMITH, J.; RATTA, A.; NASSR, J**. Urban agriculture:** food, jobs and sustainable cities. New York: United Nations Development Programme (UNDP), 1996. 302 p.

SOBARZO, O. O rural e o urbano em Henri Lefebvre. In: SPÓSITO, M.E.B.; WHITACKER, A.M. **Cidade e Campo:** Relações e Contradições entre urbano e rural. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

SONG, Y.; ZENOU, Y. Property tax and urban sprawl: Theory and implications for US cities. **Journal of Urban Economics**, v. 60, n. 3, p. 519-534, 2006.

SPAROVEK, G.; LEONELLI, G.C.V.; BARRETTO, A.G.O.P. A linha imaginária. In: SANTORO, P.; PINHEIRO, E. (eds.). **O Município e as áreas rurais**. São Paulo, Instituto Pólis, Caderno Pólis, n. 8, p.14-24, 2004.

SPOSITO, M.E.B. A questão cidade-campo: perspectivas a partir da cidade. In: **Cidade e Campo:** relações e contradições entre urbano e rural. São Paulo: Ed.

Expressão Popular, p.111-130, 2006.
TALASKA, A.; DA SILVEIRA, R.L.L.; ETGES, V.E. Cidade e campo: para além dos critérios e atributos, as relações e contradições entre o urbano e o rural. **Biblio 3w:** revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales, v. 19, n. 1090, 2014.
TOSCANO, L.F. Agricultura familiar e seu grande desafio. **Diário de Votuporanga**, Ano 50, nº 12.769, 09 de Outubro de 2003.
TURRI, E. **La Megalopoli Padana**. Marsilio, Venezia, IT. 2000.
VEIGA, J.E. A face territorial do desenvolvimento. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. v. 3, n. 5, p. 5-19, 2002.
VEIGA, J.E., et al. **O Brasil rural precisa de uma estratégia de desenvolvimento**. Brasília: Convênio FIPE – IICA (MDA/CNDRS/NEAD) 2001. 108 p.
VON THÜNEN, J. H. **Von Thünen's Isolated State:** an English Edition of "Der Isolierte Staat" – editado por Hall, P. com tradução de Wartenberg, C.M. – Pergnon Press – Londres – 1966.
WEBSTER, D.; CAI, J.; MULLER, L. The new face of peri-urbanization in east asia: modern production zones, middle-class lifestyles, and rising expectation. **Journal of Urban Affairs**, v. 36, n. s1, p. 315-333, 2014.
WHITACKER, A.M. Cidade imaginada. Cidade concebida. In: **Cidade e Campo** – relações e contradições entre urbano e rural. Expressão Popular; Coleção Geografia em Movimento, p. 131–155, 2006.
WINARSO, H.; HUDALAH, D.; FIRMAN, T. Peri-urban transformation in the Jakarta metropolitan area. **Habitat International**, v. 49, p. 221-229, 2015.
WOLLMANN, L.M. **Índice de vegetação nativa a recuperar da propriedade rural no planejamento e gestão territorial de espaços rururbanos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2014. 135p.
WOLTJER, J. A global review on peri-urban development and planning. **Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota**, v. 25, n. 1, p. 1-16, 2014.

INTEGRATIVE APPROACH FOR RISK AND DISASTER REDUCTION: THE WATER-ENERGY-FOOD-DISASTER-ECOSYSTEM NEXUS

ABORDAGEM INTEGRATIVA PARA REDUÇÃO DE RISCOS E DESASTRES: O NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTO-DESASTRE-ECOSSISTEMA

Masato Kobiyama[1]
Marina Refatti Fagundes[2]
Tássia Mattos Brighenti[3]
Tiffanie Faye Stone[4]
Claudia Weber Corseuil[5]

Introduction

Amid this Coronavirus (COVID-19) pandemic, people worldwide have seen that health is essential for well-being. In other words, well-being cannot be acquired without good health and happiness. By reading the Constitution of the World Health Organization (WHO, 2020), we can understand what exactly health means:

> ... the following principles are basic to the happiness, harmonious relations and security of all peoples:
> Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.
> The enjoyment of the highest attainable standard of health is one of the fundamental rights of every human being without distinction of race, religion, political belief, economic or social condition. (WHO, 2020)

In this passage, the point to note is “mental and social well-being.” If an individual has anxiety or fear of the future, it cannot be said that they have mental and social well-being.

Today, individuals and the international community have been living with a great deal of anxiety about the present and future in many contexts (society,

1 Professor, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais – GPDEN, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil. CNPq research scholarship fellow. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0615-9867. E-mail: masato.kobiyama@ufrgs.br.
2 PhD student, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais – GPDEN, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil. CNPq PhD scholarship fellow. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3554-4342. E-mail: marinarf95@hotmail.com.br.
3 Postdoctoral Research Associate, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, USA. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7430-6131. E-mail: tassiab@iastate.edu.
4 PhD student, Natural Resource Ecology and Management, Iowa State University, USA. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1705-086X. E-mail: tstone@iastate.edu.
5 Associate Professor, Departamento de Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1458-2454. E-mail: cwcorseuil@hotmail.com.

economy, and environment) and consequently are in a state far from well-being. Climate change impacts our confidence about the future, and fear of climate disasters (floods, droughts, hurricanes, etc.) can cause traumatic stress like ecoanxiety (CIANCONI; BETRO; JANIRI, 2020). In the most comprehensive United States (US) report to date, global climate change impacted socially vulnerable groups (those with low income, less formal education, minority ethnicities, and age over 65) disproportionally compared to the rest of the US population (EPA, 2021). This means that in the US and potentially worldwide, vulnerable groups shoulder unequal risk from climate change disasters including health impacts from air quality, extreme temperatures, and flooding, all of which reduce well-being and social resilience. Many organizations have been looking for solutions to reduce such anxieties and improve mental and social well-being. For example, the United Nations (UN, 2015) proposed 17 Sustainable Development Goals (SDGs), and the UN Office for Disaster Risk (UNISDR, 2015) established the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (DRR). The former refers to the sustainability of humankind, and the latter is aimed at disaster mitigation.

Comparing the Sendai Framework and 17 SDGs, UNISDR (2016) explained that the following targets within these SDGs have direct or indirect relations to DRR: 1.5, 2.4, 3.D, 4.A, 6.6., 9.1, 9.A, 11.5, 11.B, 13.1, 13.3, 14.2, and 15.3. UNISDR (2016) stated that all the actions to achieve the SDGs would also support the Sendai Framework. According to UNISDR (2015), the global targets of the Sendai Framework are to reduce four key impacts: (i) Mortality caused by disasters; (ii) the number of people affected; (iii) economic losses in relation to the world's Gross Domestic Product (GDP); and (iv) damage to critical infrastructure and interruption of basic services, and to increase three impacts: (v) the number of countries with national and local DRR strategies; (vi) international cooperation with developing countries; and (vii) availability of and access to early warning systems and information on DRR. With these seven targets, we will be able to achieve the principal goal of the Sendai Framework which is to reduce existing disaster risks and prevent new risks. In this Framework, the implementation of integrated and inclusive measures in the economic, structural, legal, social, health, cultural, educational, environmental, technological, political, and institutional spheres is recommended (Figure 1).

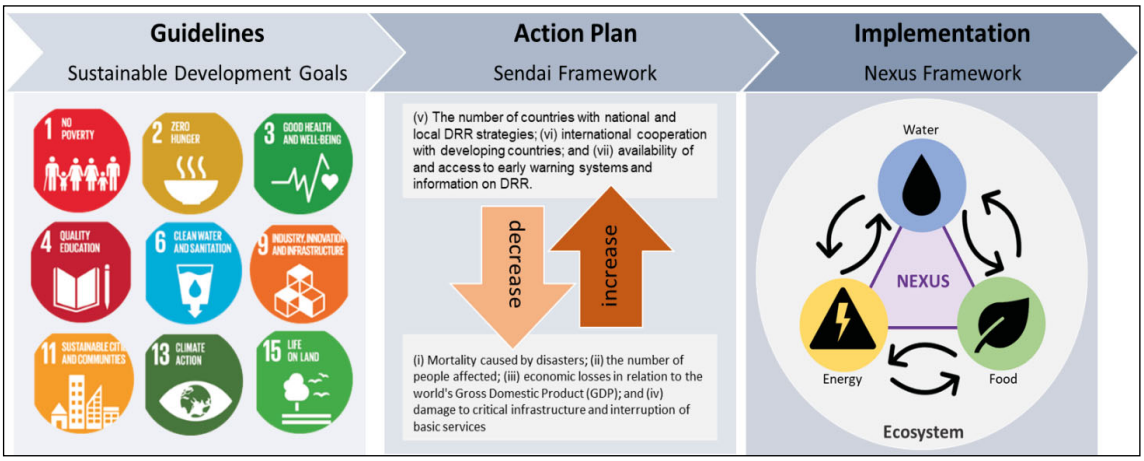
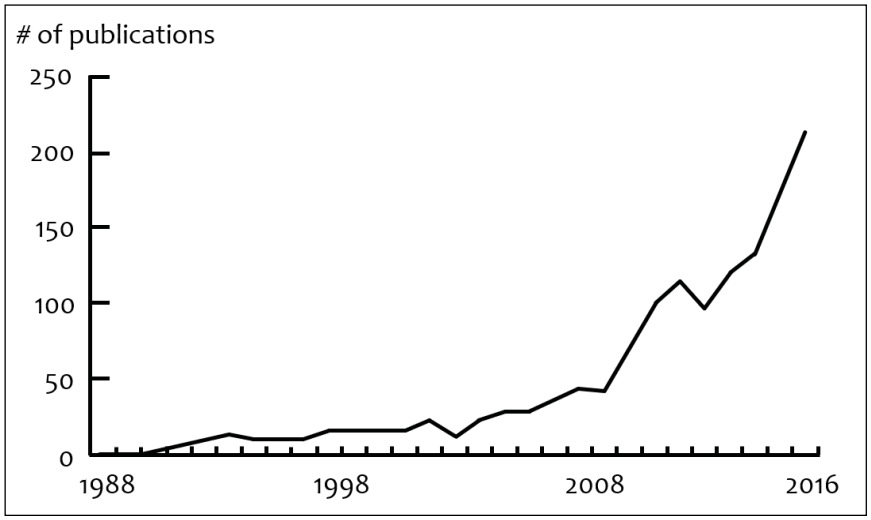


Figure 1. A conceptual process to incorporate disaster planning and guide Water, Energy, and Food (WEF) Nexus implementation.

The Water-Energy-Food (WEF), also referred to as the Food-Energy-Water System (FEWS) Nexus, is a relatively new field of study that has quickly accelerated over the past decade with support from international research initiatives and funding opportunities (Figure 2) (WHITE et al., 2017). The WEF framework started as an integrated approach to study global climate change risks, until recently, technical solutions have been the primary emphasis (NEWELL et al., 2019). In recent years, WEF studies have become much more complex providing decision-making frameworks that often incorporate aspects of sustainable development and social risks (KADDOURA; EL KHATIB, 2017). Integrating elements of the social and political context was necessary to support effective decision-making, it also increases the complexity of methods and tools to model these interconnected and embedded systems and to understand tradeoffs and synergies (ENDO et al., 2017).

The integration of holistic perspectives and approaches are vital for sustainability and DRR. This integration can be described in other words like connection, connectivity, holistic, and nexus. The objective of this chapter is to explore WEF nexus issues with an emphasis on DRR and propose the Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem (WEFDE) Nexus. Connecting the WEF Nexus to DRR is discussed from a historical and practical point of view. Furthermore, Nexus examples in Brazil and geography's important contribution to Nexus are discussed to further justify the need for a WEFDE Nexus.



Source: Newell; Goldstein; Foster (2019).

Figure 2. Number of academic publications using the Water-Energy-Food Nexus from 1988 to 2016.

Society´s thinking about natural and environmental systems

Though there are various ways to understand the history of mankind, it can be thought that at first only nature existed on the Earth. Human beings have now developed society by altering nature. In its development, societies have built civilizations across regions of the planet and created different cultures despite resource shortages. By establishing 17 SDGs (UN, 2015), the UN is calling for sustainable development around the world to pass on a better society to future generations.

Pre-Greece era

Among the ancient Greek philosophers, the term Arche (Ancient Greek: *ἀρχή*) represented the primitive element of all things. It is said that Anaximander (610-546 BC) first used this term. At that time, several Greek philosophers sought the answer to what could be this Arche. For Thales (624-546 BC), the Arche was water, for Anaximenes (588-524 BC) air, for Xenophanes (570-475 BC) earth, and for Heraclitus (500-450 BC) fire. These philosophers each thought a different element was the most important on earth. Instead of focusing on one element, Parmenides (530-460 BC) thought that Arche was a medium between fire and earth. His thought should be appreciated because he presented a nexus of two elements.

Further advancing this nexus thinking, Empedocles (495-430 BC) considered that four classical elements “fire,” “air”, “water”, and “earth” make up the entire structure of the world. For this philosopher, the mixture of these four elements explains the generation of various new elements and phenomena and their extinction when these four classical elements are not present. If fire is translated

to energy, these elements can be considered essential for ecosystems, including modern human society. It is worth mentioning that these elements are also important for food production, and this discussion will be expanded on in the present work.

Modern era

Human beings have been afraid and also worshiped natural and environmental systems; however, it is no exaggeration to say that it was based on Rio 92 Earth Summit that the environment itself became emphasized at a global scale. Rio 92 was the 1992 United Nations Conference on Environment and Development (UNCED, Rio de Janeiro, Brazil, 3–14 June 1992) which launched Agenda 21. Agenda 21 is defined as a program of participatory actions for sustainable development worldwide and unites methods of environmental protection, social justice, and economic efficiency (UNCED, 1992). Environmental issues are now considered indispensable, and together with social and economic considerations, sustainable development becomes possible. Since 1992, the UN has continued to be instrumental in improving on what was started at Rio 92. In this context, it is worth noting that two other international conferences were held during this period: Rio +10, held in Johannesburg in 2002, and Rio +20, held in Rio de Janeiro in 2012. In these events, the advances made since Rio 92 were evaluated and gaps that still existed in agreements signed during Rio 92 were analyzed.

In 2015, Agenda 2030 was adopted with sustainable development goals that address WEF resource management, climate action, as well as health, well-being, and social equality. Notably, the first target of the climate action goal is:

> strengthening resilience and adaptive capacity to climate-related hazards and natural disasters in all countries (UN, 2015).

Although holistic frameworks have begun to incorporate explicit connections between WEF resource systems and social systems, the ties that hold this Nexus together with climate change impacts like disasters that cause WEF insecurity has not been well studied in this framework.

Important resource security for society

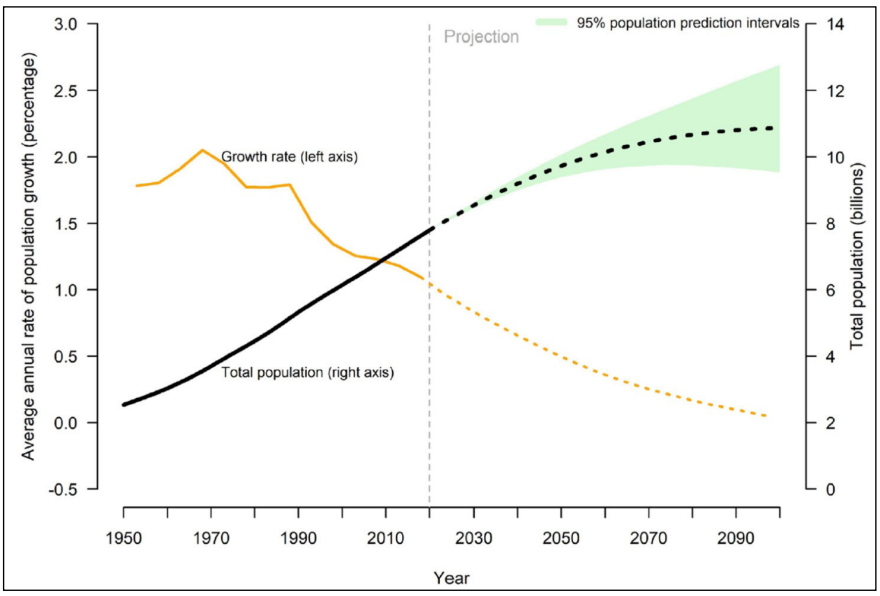
After recognizing the essential constituents of natural and the environmental systems, and understanding the relationships between human beings (or society) and the environment (nature), it becomes clear what elements are most important to human beings. As Biggs et al. (2015) and Smajgl, Ward and Pluschke (2016)

assert, water, energy and food are essential, i.e., indispensable resources for all societies and human activities. In the following sections we explain how the security of each WEF resource is vital for human development and social well-being.

Water security

Gleick (1993) and Falkenmark and Rockström (2004) highlight that water availability has become more crucial to food security and human welfare under the increasing demographic pressure. Indeed, though the population growth rate is reducing, the world population is increasing and is estimated to reach 10 billion in 2100 (Figure 3).

The hydrological cycle, which naturally occurs all the time and everywhere, creates spatial and temporal variations of water resources (KOBIYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008). Such spatio-temporal variations generate excess and scarcity of water resources for society across regions. Water excess and scarcity are considered social, economic, and environmental problems. However, society normally uses the term “water crisis” when water scarcity occurs (GLEICK, 1993; RIJSBERMAN, 2006; BAKAS; PAPADIMITRIOU; ARGYRI, 2020). In other words, water scarcities and excesses help societies feel and recognize water crises. Here we consider qualitative or conceptual scarcity as a long and extreme shortage. In suffering from a long-term water crisis, society enacts laws to obtain water security, initiate collective actions, and manage water resources.For example, to guarantee water security worldwide across scales, UNESCO initiated the International Hydrological Programme (IHP) Phase-VIII (JIMENEZ-CISNEROS, 2015). The third thematic area of the IHP-VIII was “Addressing water scarcity and quality.”



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019.

Figure 3. World demographic tendency to 2100.

Regarding health, people feel anxious when they start losing it, then they begin to seek security. Water issues can be similar to health. In brief, water scarcity makes society feel water crises, leading societies to seek water security. However, water security is related to human quality of life, which is strongly influenced also by water excess, i.e., flooding. Therefore, society should manage water resources to guarantee water security, especially during extreme hydrological events: drought and flood. Thus, water crises can include any water-related disasters (drought or flood) which are more severe than typical and usually more prolonged. Figure 4 outlines a scenario of how the hydrological cycle causes societies to implement actions to ensure water security.

According to IPCC (2022), the spatio-temporal patterns of rainfall distribution are getting more heterogeneous, intensifying water excess and scarcity in various regions and consequently enhancing the probability of flood and drought occurrences. Hence, water security will be a more serious consideration at the international level because of climate change.

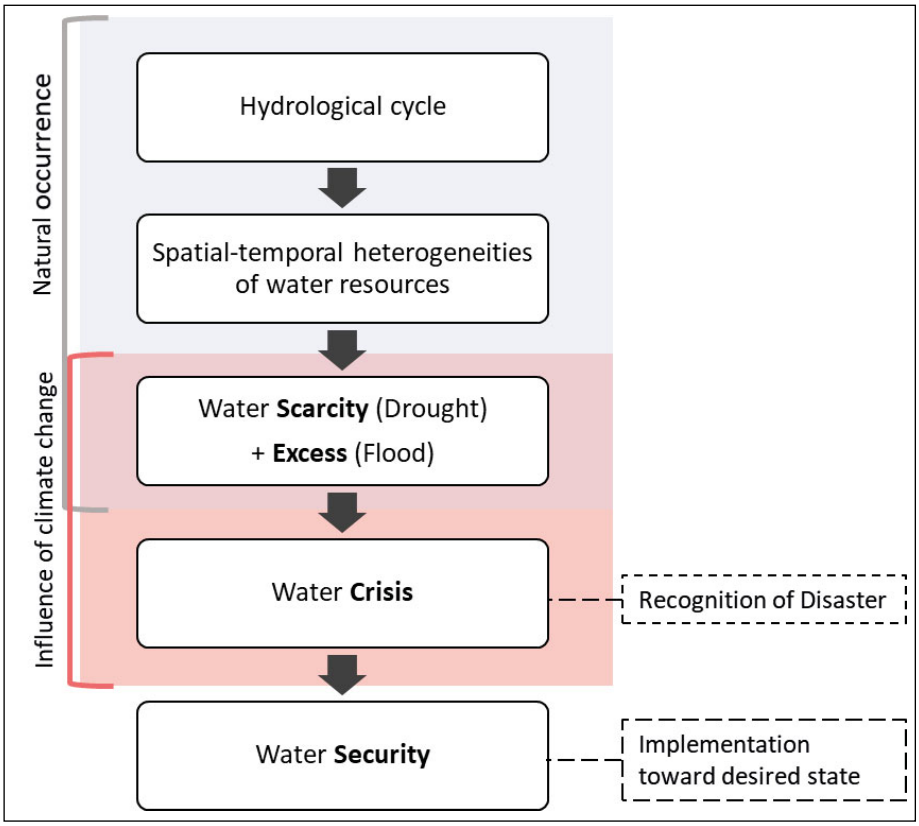


Figure 4. A water security implementation scenario.

Energy security

Electricity, gas, water, transportation, etc., which are indispensable for daily life, operate and function by directly using energy. All the products, such as agricultural products, food, clothes, etc., require significant indirect energy use

from invisible production processes. It means that most human activities require energy for power production, transportation, heating, and cooling systems. Energy is physically described as the ability of a substance or system to do work. The energy can be roughly divided into mechanical energy, thermal, electric, nuclear, chemical energy, etc. These energy types can be converted into each other. Changing the form of energy in this way is called a conversion. Consumers normally use energy after conversion; for example, crude oil and uranium are converted into gasoline and electricity, respectively. Before conversion, energy is called "primary energy" (oil, coal, natural gas, nuclear power, hydraulic power, geothermal, etc.). The energy after conversion is called "secondary energy" (electricity, gasoline, city gas, etc.). The energy used by consumers is called "final energy". The final energy may be used from the secondary energy, while the primary energy can sometimes be used directly by the final consumer.

Since 1950, the social transition to fossil fuel-based energy systems (coal, oil, gas) facilitated dramatic socio-economic changes, agricultural production, manufacturing, economic growth, urbanization, demographic growth, etc. (STEFFEN; CRUTZEN; McNEILl, 2007). In parallel, fossil fuel consumption has caused a significant impact on the Earth's climate by increasing atmospheric CO_2 concentrations (PAGE, 2008). In the world today, energy consumption depends primarily on non-renewable (fossil fuel) sources (80%) and increases because of population and economic growth (about 2% per year). On the other hand, approximately 3 billion people do not have access to safe and reliable energy sources. D'Odorico et al. (2018) considered such energy issues as a legacy from the 20th century.

Renewable energies have recently been in the limelight to ensure energy security and support environmental and sustainability concerns. In a broad sense, renewable energies refer to all energies coming from the sun. These geophysical and biological resources are naturally replenished faster than normally used. Power generation is carried out by obtaining energy resources that are constantly (or repeatedly) replenished by natural forces such as solar power, wind power, wave power, tidal power, running water power, geothermal power, and biomass. With such renewable energies, CO_2 emissions are usually zero or low. Therefore, they certainly contribute to the diversification of energy sources. Renewable energies are environmentally friendly but generally inferior and disadvantageous to existing depleted energies in terms of cost and technology. Because of increasing energy demands and technological advances, new energy systems with shale oil, shale gas, or oil sands have been recently explored. However, Rosa et al. (2018) explain that such systems require much more water than their conventional counterparts. In addition, this type of energy source can affect not only water quantity but also quality. The extraction of oil from shale, besides using

large amounts of water for its production, can contaminate surface water and underground aquifers due to leaks or incorrect disposal of effluents (VILLAR; SCHEIBE; HENNING, 2019).

According to Halder et al. (2015), energy supply is the pivotal obligation for the overall social development and quality of life improvement worldwide in this modern era. Population growth and technological development have increased local, regional, and global energy demands in many countries. Furthermore, UNDP (2000) emphasized that all human activities need energy. Therefore, the continuity of its supply is vital for socio-economic stability. From this perspective, energy security has two key aspects: reliability and supply security. The former refers to the ability of an energy system to avoid a sharp drop in energy supply to consumers; meanwhile, the latter refers to protection from events that require a reduction in energy supply over a long period of time (OLIVEIRA, 2010).

Common types of energy by country vary based on geographical conditions such as availability of natural resources, climate, topography, and economic conditions. Thus, energy scarcity, crisis, and security concerns differ among countries. However, overall, improving energy security requires similar conditions to improving water security, as shown in Figure 4. Sachs (2015) emphasized that the challenges within the world's energy system are more urgent and highly complex.

Food security

During the Rio+20 conference, the commitment of nations to improve food security and access to adequate, safe and nutritious food for present and future generations was reaffirmed (UN, 2012). Despite that, the global prevalence of moderate or severe food insecurity slowly increased between 2014 and 2019. The estimated increase in 2020 was the same as the total for the last five years. This indicates that the food insecurity is intensifying. Almost one in three people (2.37 billion) in the world did not have enough food in 2020. It increased by about 320 million in just one year (FAO et al., 2021). According to Peng and Berry (2019), food security is a very flexible concept, reflected by the many attempts to define it in research and policy. Though there are many definitions, the definition proposed by FAO (2001) is widely accepted:

> Food security [is] a situation that exists when all people, at all times, have physical, social, and economic access to sufficient, safe and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life. (FAO, 2001)

The case of food can be similar to that of water, i.e., food scarcity makes societies feel and recognize food crises, and they respond with a desire to guarantee food security. Thus, Figure 4 can be used as a food security scenario by only changing the word from water to food. To achieve food security, we first need to understand food systems. According to Ingram (2011), food systems include the various production, distribution, consumption activities that connect people to food and various social and environmental system outcomes. Therefore, the cultural, educational, and economic aspects of food consumption, agriculture, trade, food-related policies, and other institutional arrangements are factors forming the food system.

By showing that the food issues are closely related to environmental problems, raw materials problems, and poverty political and social problems, Goncharova and Merzlyakova (2021) emphasized that we should not try to solve the food problem in isolation but should solve it together with other problems facing humankind. D'Odorico et al. (2018) reported that climate change reduced food production in recent decades. In this case, food security should be treated together with climate change. It is worth remembering that D'Odorico et al. (2018) advocated for nutritious food to be at the center of food security instead of food in general. To guarantee the true health of human society, not only food quantity but also food quality (nutrition) must be considered. Food access is another important element of food security. Although food is vital to human well-being, WEF Nexus research has not effectively included important issues of access (allocation and affordability) that are essential to building well-being for all through social equity and justice (NEWELL; RAMASWAMI, 2020).

Water-Energy-Food Nexus

Though water security, energy security, and food security can be examined individually, it is more realistic to treat them simultaneously or to manage them in an integrated way because they are components of the Earth system. Thus, nexus thinking has become important to societies and scientific communities worldwide. The challenges of simultaneously managing these three resources are urgent and must meet multiple potentially conflicting objectives without compromising the resource base of any sector. Leck et al. (2015) defined the nexus as one or more connections linking two or more things. Hence the nexus might be considered an integration, connection, chain, continuum, and holistic approach. The essential consideration is that the systems are part of a whole. As Kahil et al. (2019) pointed out, many researchers believe that water scarcity has highlighted the importance of nexus thinking, shifting from maximizing individual production to overall efficiency across the sector. In this case, it can be said that the WEF Nexus has held a water-centric mindset. Although all three resources have the same weight in society, some

nexus research still focuses on just one system (water, energy, or food). However, we think that it is unnecessary to center one resource system in the WEF Nexus.

Many researchers (e.g., ALBRECHT; CROOTOF; SCOTT, 2018; SIMPSON; JEWITT, 2019; PURWANTO et al., 2021) consider WEF (2011) and Hoff (2011) the principal forces in the development of WEF Nexus thinking worldwide. After these two articles, the water, energy, and food (WEF) Nexus has become a major academic, policy, and societal topic (PURWANTO et al., 2021). To explain how the nexus approach became popular globally, Bazilian et al. (2011) described the urgent necessity to maintain WEF security despite competition among components of these systems at all the levels, originating the use of WEF Nexus as a concept.

There are similarities between the WEF Nexus and the integrated water resources management (IWRM). The IWRM is defined by GWP (2000) as:

> A process which promotes the coordinated development and management of water, land and related resources, to maximize the resultant economic and social welfare equitably without compromising the sustainability of vital ecosystems. (GWP, 2000)

Thus, water is a starting point in the IWRM approach. On the other hand, the WEF nexus ideally looks at WEF as a whole system, which is a distinct purpose of the nexus approach.

The relationship between two resources is evaluated to simplify analyses; the first is the Water-Energy Nexus. With a hydropower plant construction, water can generate electric energy. Furthermore, water indirectly plays an important role in energy generation. D'Odorico et al. (2018) explained that nuclear power has the highest water consumption among thermoelectric technologies due to a necessity to cool the exhaust steam and control the temperature during the uranium fission process. Additionally, uranium mining and processing require substantial amounts of water. Biofuel production also requires large amounts of water. On the other hand, ensuring water security requires much more energy to treat water, wastewater, and saline water and transport and distribute them. IEA (2016) estimated that the global energy use in the water sector is projected to more than double during the period from 2014 to 2040, increasing more rapidly than water withdrawal. Hence, water and energy are strong determinant factors.

Second, the Water-Food Nexus incorporates food produced through plant and animal growth that depends on water availability. Thus, water availability is a determinant factor for food production (FALKENMARK; ROCKSTRÖM, 2006). On the other hand, food production influences the water system's quantity and quality. Since the major food-producing sector is agriculture, agriculture itself changes

land use and consequently the hydrological cycle. According to WWAP (2003), agriculture is responsible, on average, for 70% of water withdrawals from springs in the world. In addition, agriculture is a major cause of water quality issues in the Water-Food Nexus, primarily due to the increased use and diffusion of nitrogen and phosphorus (MATEO-SAGASTA; ZADEH; TURRAL, 2017; SHEN et al., 2020).

Third, in the Energy-Food Nexus Ingram (2011) described that energy is used for various food-system activities such as machinery operation, packaging, transporting, cooling, and food processing. Biofuel production (e.g., sugar cane) is one of the most prominent examples of the link between energy and the food market (D'ODORICO et al., 2018). In this case, it raises concerns about diverting resources from one product (food) to the production of another (biofuel). In addition, there can be disputes over land use for food and energy production.

Pulling together the three systems, D'Odorico et al. (2018) reported that competition in water use for energy and food security is the core of an emerging debate about the WEF Nexus. The recent reviews on the WEF Nexus are detailed in Leck et al. (2015), Scanlon et al. (2017), D'Odorico et al. (2018), Simpson and Jewill (2019), Torres et al. (2019), Abdi, Shahbazitabar and Mohammadi-Ivatloo (2020), and Purwanto et al. (2021) and briefly described here. The first-generation biofuels that are mostly produced utilizing crops that could also be used as food (or flex crops) are a clear issue in the WEF Nexus (D'ODORICO et al., 2018). A typical example in Brazil is sugar cane, whose demand has been causing forest loss and land-use changes. Agriculture intensification for energy and food production normally achieves one principal goal, i.e., food and biofuel production. However, it causes energy consumption, water use, water quality degradation. The plan to increase biofuel production will surely achieve a goal to generate energy, but naturally causes land-use changes, water consumption, food quantity reduction, etc. (FOLEY et al., 2011).

Another typical issue in the WEF Nexus is dam construction, which aims to create reservoirs reducing temporal heterogeneity of water resources in a determined locality. Water stored in reservoirs is used for hydropower production, irrigation, drinking water supply, fishery (POFF et al., 2016), recreation, and so on. Because of the many functions of reservoirs, researchers have investigated criteria for multiple-objective reservoir management for a long period (CHOONG; EL-SHAFIE, 2015, GIULIANI et al., 2021). Though dam construction certainly increases WEF security for some regions, it changes fluvial regimes, which causes a potential reduction in WEF security for other regions, especially downstream areas. Therefore, dam construction in WEF Nexus requires knowledge on basin management and the river continuum concept proposed by Vannote et al. (1980).

Even though the Nexus approach seems relatively easy at first, it is not easy to do in practice. Semertzidis, Spataru and Bleischwitz (2018) explained

this reason: the WEF Nexus needs to be observed from many different scales and perspectives, from biophysical to political. Furthermore, Bof et al. (2021) commented that the Nexus' importance is easily recognized but still poorly documented in a way that supports conflict resolution and decision-making about water allocation. These two articles indicate that managers trying to implement WEF Nexus need interdisciplinary knowledge and holistic skillsets.

Ecosystem Considerations

Even before Rio 92, environmentalism was a worldwide social movement. For example, the United Nations World Commission on Environment and Development (UNWCED, 1987) reassessed critical issues like poverty, inequality, environmental degradation and formulated an extensive list of practical suggestions for solving them. Understanding environmental and development issues consequently raised global commitment to environmentalism. Furthermore, this report proposed an agenda advocating economic growth based on policies that do not harm the environment and may even enhance it. For UNWCED (1987), economy and ecology must coexist in harmony. Otherwise, the resources necessary for future generations will be scarce. It is thus reasonable to include ecosystems in the nexus approach. In other words, any human actions should consider natural ecosystems, environments and ecologies.

Water-Energy-Food-Ecosystem Nexus

Healthy ecosystems are essential for sustainability; the SDGs also regard ecosystems explicitly and implicitly in various goals and targets, for example, Target 6.6 (water-related ecosystems); Target 14.2 (marine and coastal ecosystems); Goal 15 (terrestrial ecosystems). Rio 92 asserted that no sustainable development exists without ecosystem consideration. Likewise, no sustainable security of WEF can be achieved without a healthy ecosystem. WEF resources should be considered in the context of ecosystems. In this sense, the WEF Nexus naturally incorporated the term ecosystem and became Water-Energy-Food-Ecosystem (WEFE) Nexus; for example, Carmo-Moreno et al. (2021) defined WEFE Nexus as follows:

> The water–energy–food–ecosystems (WEFE) Nexus is an approach that moves away from the traditional focus on separate entities but rather integrates management and governance across the multiple sectors of food, energy, water, and ecosystems as being complex and inextricably entwine. (CARMO-MORENO et al., 2021)

As WEF resources all have economic aspects (or values), the ecosystem also needs to be evaluated with economical aspects. In this case, the ecosystem services concept can be useful. According to Millennium Ecosystem Assessment (2005), ecosystem services are defined as the benefits people obtain from ecosystems. Hassan, Scholes, and Ash (2005) classified them into four types with detailed explanation: (i) provisioning services (food; fiber; genetic resources; biochemicals, natural medicines, and pharmaceuticals; and freshwater); (ii) regulating services (air quality regulation; climate regulation; water regulation; erosion regulation; water purification and waste treatment; disease regulation; pest regulation; pollination; and natural hazard regulation); (iii) cultural services (cultural diversity; spiritual and religious values; knowledge systems; educational values; inspiration; aesthetic values; social relations; sense of place; cultural heritage values; and recreation and ecotourism); and (iv) supporting services (soil formation; photosynthesis; primary production; nutrient cycling; and water cycling) (Figure 5).

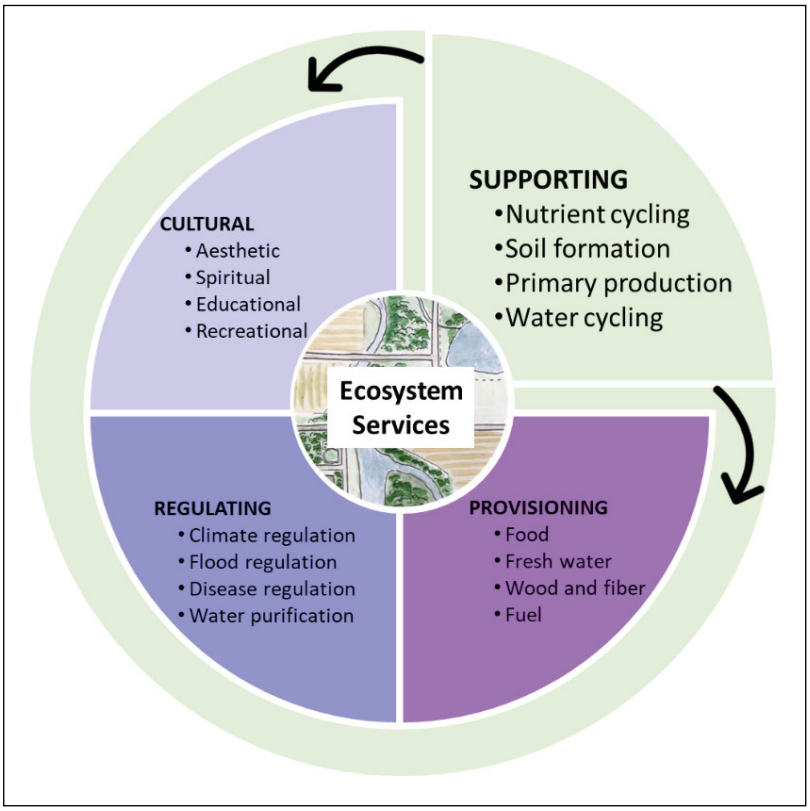


Figure 5. Categories of ecosystem services in relation to human well-being.

As many ecosystem services are issues within the scope of the WEF Nexus, ecosystems should be included as a central part of this Nexus. Bekchanov, Ringler and Mueller (2015) also explained how ecosystem services are essential for the livelihoods of many poor people, especially in developing countries, and these services are also important for regional public welfare.

Naturvårdsverket (2018) presented why the ecosystem services should be economically evaluated: (i) To investigate conflicting objectives and to facilitate trade-offs between different objectives; (ii) to determine if a project leads to socio-economic profitability and to prioritize different measures or alternatives; (iii) to serve as a basis for decisions on land use; (iv) to form the basis for decision-making about a company's strategic direction; and so on. Since several services are not easy to measure and estimate, it is a scientific challenge to properly establish methodologies for valuing ecosystem services. These challenges and difficulties result from the wide diversity of services. Indeed, societies have used ecosystem services to solve several resource problems. Jax (2019) reported that in British Columbia, Canada, the ecosystem services of salmon in rivers not only provide food, but also maintain the local culture. This makes valuing ecosystem services more complicated. Furthermore, in the context of water and food security, Sonneveld et al. (2019) proposed nature-based solutions, even though this work did not specifically mention the term nexus.

Eco-DRR (Ecosystem-Disaster Nexus)

As Hassan, Scholes, and Ash (2005) presented natural hazard regulation as one of the regulating services of an ecosystem, the use of ecosystem services has been increasingly utilized in the context of disaster risk management. In the past, actions in the risk and disaster management cycle were, in principle, just response and reconstruction rather than prevention. Today, engineering should focus on planning and using the natural landscape features to reduce disasters. As an example, the Centers for Natural Resource and Development and the Partnership for Disaster Risk Reduction (CNRD-PEDRR, 2013) emphasized this approach: Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR), in which disaster risk management incorporates ecosystem management tools. According to Estrella and Saalismaa (2013), Eco-DRR is defined as the sustainable management, conservation, and restoration of ecosystems to reduce disasters risk and achieve sustainable and resilient development.

Even though degraded ecosystems can still play a protective role, they perform to a lesser extent than fully functional ones; it is recommended to keep ecosystems healthy. Healthy ecosystems reduce socioeconomic vulnerability by sustaining human livelihoods and providing essential goods such as food, fiber, medicines, and building materials (CNRD-PEDRR, 2013). Ecosystems can reduce physical exposure to common natural hazards such as landslides, floods, avalanches, storms, forest fires, and droughts by serving as natural infrastructure, protective barriers, or buffers (RENAUD; SUDMEIER-RINEUX; ESTRELLA, 2013).

Risk and disaster management must be integrated with environmental management as exposure is related to the environment (or ecosystems). Thus, Potschin et al. (2016), Monty, Murti and Furuta (2016), and Moos et al. (2018) claimed a major advantage of Eco-DRR, i.e., it has the potential to simultaneously reduce natural hazards and provide ecosystem services. In this sense, the Eco-DRR can be called an Ecosystem-Disaster Nexus. According to Moos et al. (2018), the most prominent example of Eco-DRR in mountainous regions are forests that protect people, settlements, and infrastructure against natural hazards such as mass movement and flash floods. Monty, Murti and Furuta (2016) commented that forest maintenance would certainly increase biodiversity and reduce natural hazards.

Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem Nexus

In the disaster management cycle consisting of three interlinked steps (pre-event, event, and post-event) (KOBIYAMA et al., 2006; VANELLI; KOBIYAMA, 2021), the "event" step, which corresponds to warning and response stages, is the moment at which people most need the WEF resources. Due to life disruption and deterioration of life quality, victims require water, energy, and food during the warning and response stages much more than during the pre-event and post-event steps. It means that Nexus thinking should be enhanced in the disaster management cycle, especially during the event stage.

Ecosystem issues should be included to improve the WEF Nexus, creating the WEFE Nexus. The Nexus should be enhanced for risk and disaster management, especially at the "event" stage. Recently, ecosystem-based disaster risk reduction has been required worldwide. Considering these three interconnected systems, we propose the Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem (WEFDE) Nexus. Sustainability concerns and climate change both point toward the explicit incorporation of ecosystems in the WEFDE Nexus. Here we define the WEFDE Nexus as a holistic thinking approach and practice that performs risk and disaster management to maintain water, energy, and food security based on ecosystem services. Hence, its main goal is to increase the quantity and quality of the WEF resources and reduce the magnitude and frequency of disasters by using ecosystem services and keeping ecosystems healthy.

As Montanari et al. (2013) reported, the current Scientific Decade (2013–2022) in the International Association of Hydrological Sciences (IAHS), the main theme of this Scientific Decade is "*Panta Rhei* — Everything Flows." Based on this concept, we see that ecosystems, society, and WEF resources are all dynamic. It means that they all are changing at any time and place on the planet. Normally we observe their dynamic equilibrium in a system (planet). However, when disequilibrium between

society and another factor or within the society takes place, disaster occurs. Figure 6 shows the idea of the WEFDE Nexus. Since the Sendai Framework recommends implementing integrated and inclusive measures in various spheres, the WEFDE Nexus can be more appropriate. Moreover, this Nexus supports many SDGs.

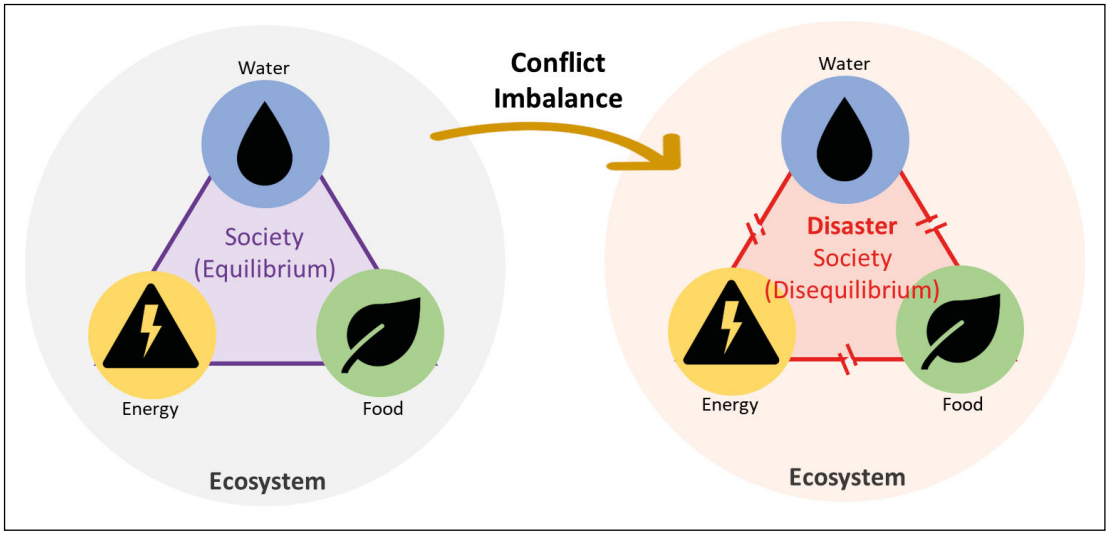


Figure 6. A visual description of the Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem (WEFDE) Nexus. In this framework, WEF resources are situated within an ecosystem and disasters create disequilibrium among WEF resources.

Nexus extension and geography

Nexus diversity

Observing sectors sharing natural resources that have interdependent and interconnected systems, Torres et al. (2019) performed a literature review and identified Nexus elements as follows: Water, energy, food, ecosystem, environment, land, agriculture, climate, carbon, economic, health, nutrition, and waste. The authors reported that water was the most common element, existing in all the WEF Nexus studies, which could mean that water is essential in the Nexus even if all the elemental constituents of the Nexus should carry the same weight. The second most frequently used term after water was energy, followed by food. They did not encounter papers that explicitly used the term disasters within the Nexus. Purwanto et al. (2021) found that most frameworks consider external factors such as climate change, population, and socio-economic development in managing WEF resources.

Climate change poses a global threat. This global phenomenon is normally explained by air and seawater temperatures and rainfall. Within the Climate change context, the spatio-temporal distributions of water become strongly heterogeneous, threatening water, energy, and food security. Therefore,

it is natural and necessary to study the water-energy-food-climate Nexus, for example, WEF (2011), Dodds and Bartram (2016), Matthew (2016), and Adebiyi et al. (2021). Leck et al. (2015) considered the WEF Nexus as a potentially effective approach for considering the interdependencies between WEF security and climate change at various scales. When climate change is discussed, the chemical element carbon is also a subject of debate. For example, Meng et al. (2019) examined carbon production and emission within the Water-Energy Nexus for urban contexts. The emission of CO_2 into the atmosphere intensifies climate change and the acidity of rainfall. Acid rain accelerates chemical weathering of surface materials. By investigating the water chemistry in the Yangtze River Basin (China), Guo et al. (2015) reported that anthropogenic acidification had enhanced the chemical weathering by 40% during the past three decades.

Biggs et al. (2015) discussed the livelihoods–water–energy–food Nexus with consideration on environmental livelihood security (ELS) which refers to the challenges of maintaining global food security and universal access to fresh water and energy to sustain livelihoods while sustaining key environmental systems functionality, particularly under variable climatic regimes. In this discussion, the authors considered natural hazards as external influencing factors on the Nexus. When assessing well-being, security is often a central concern. In this sense, the disaster issues may be substituted for livelihood or well-being in the Nexus approach (Figure 7).

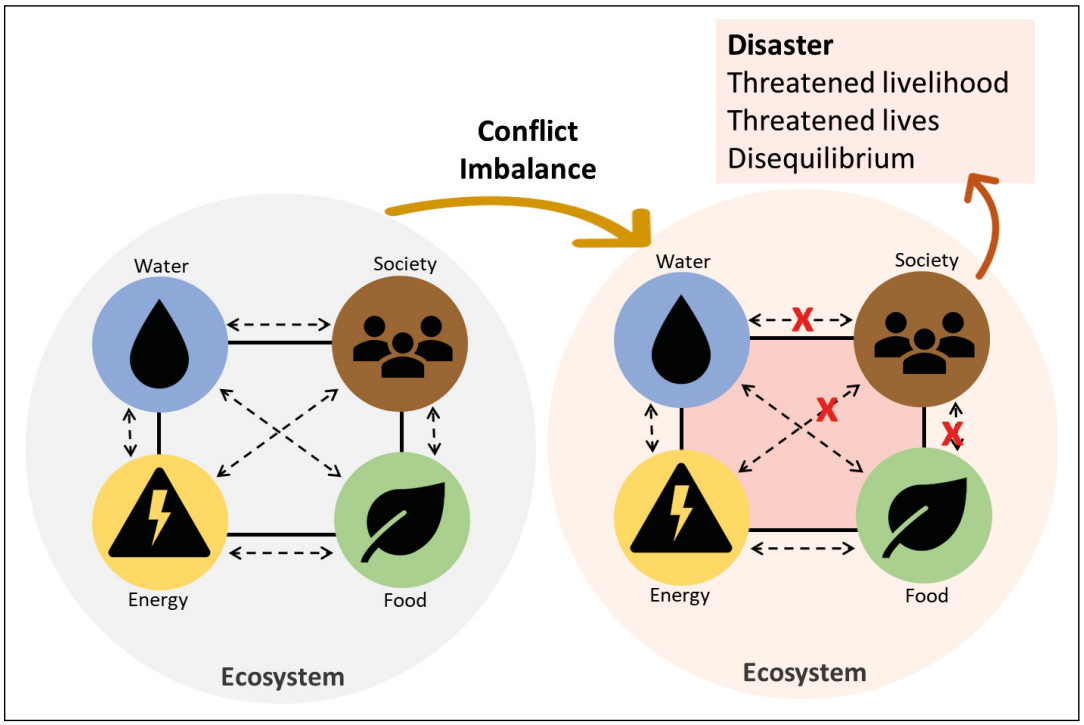


Figure 7. A visual description of the Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem Nexus with society added gas a resource within the Nexus.

Several types of human indices can characterize issues like well-being and disasters. When Nexus modeling needs metrics for factors under investigation, socio-economic metrics are usually more complicated than environmental ones like water consumption and energy production. Semertzidis, Spataru and Bleischwitz (2018) proposed using GDP (Gross Domestic Product), Human Development Index (HDI), Happy Planet Index (HPI), and Better Life Index (BLI). Yet, it is difficult to measure different types of factors within the same index. Imagine incorporating both infrastructure costs and social inequities into the same index, how would you decide what to measure and which of these factors are more important, this complexity makes Nexus modeling very complicated.

Contribution of geography

Geography is the traditional science that emerged in the work of Aristotle in ancient Greece as an extensive study of the natural processes on and near the Earth's surface. Therefore, it is a popular expression that geography is the mother of sciences (PATTISON, 1964). Though there are a lot of definitions of geography, we use here one described by National Geographic (2022):

> Geography is the study of places and the relationships between people and their environments. Geographers explore the physical properties of Earth's surface and the human societies spread across it. They also examine how human culture interacts with the natural environment, and the way that locations and places can have an impact on people. Geography seeks to understand where things are found, why they are there, and how they develop and change over time. (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2022)

Geography is generally divided into two groups: human and physical. Human geography is a social science dedicated to the study and description of interactions between society and space. It helps people understand the geographic space where they live. Human geography can be divided into the sub-areas such as economic geography, political geography, cultural geography, urban geography, rural geography, and social geography. On the other hand, physical geography is the study of the natural features of the Earth's surface. Its purpose is to understand the lithosphere, hydrosphere, atmosphere, pedosphere, biosphere and their interactions. Subdivisions of physical geography include pedology, geomorphology, climatology, hydrology, biogeography, oceanography, and glaciology. Geography is a Nexus science, combining many social and

physical sciences. Just as nexus thinking embraces both the social and natural sciences (LECK et al., 2015). Therefore, geography is a science suitable for studying all kinds of Nexus types such as WEF, WEFE, and WEFDE.

Leck et al. (2015) reported that disciplinary 'boundary crossing' has long been encouraged in academic and policy circles, especially within geography, which has a constant concern about crossing the boundary between physical and human geography, and that it has proven difficult to achieve. Investigating just the Gulf region, Abulibdeha and Zaidan (2020) proposed a holistic and comprehensive systemic framework to optimize WEF resources management at different integrated geographical scales (the national, regional, and international levels). Focusing on household fats–oils–grease, Foden et al. (2019) introduced the Nexus at the household scale as a starting point for exploring the WEF Nexus. These two articles show there are various geographical or spatial scales at which Nexus studies can be conducted. It also indicates the importance of geographical approaches.

Based on a literature review, Purwanto et al. (2021) described three criticisms against the WEF Nexus: (i) its concept is still expanding, relatively immature, not useful in application, and without a common definition; (ii) its application requires much more time and frequently does not work due to lack of data sharing; and (iii) too high expectations.

To improve the WEF Nexus, Purwanto et al. (2021) proposed four principal actions: (i) to make the nexus more understandable, (ii) to ensure reliable and valid data, (iii) to make the nexus adaptable to many diverse situations, and (iv) to make the nexus applicable across scales. It will be difficult to perform actions (ii), (III), and (iv) without geographical methods.

An overview of the current state of geographical research on resources reveals that geographic research on energy has been widespread. Thinking energy can connect different geographic concepts and debates is an important area of future research. Calvert (2016) and Baka and Vaishnava (2020) reviewed geographical studies about energy and demonstrated the important contributions of energy geographies to scientific, social, economic, and political demands. Based on their suggestions obtained from the literature analyses, we need to emphasize socio-technical knowledge and perspective, establishment of socio-environmental system, geopolitical and ecological approaches, and spatial decision support. These issues are all addressed by performing geographical studies.

Thus, various case studies demonstrate the importance of geography for energy concerns. For example, Fingerman et al. (2010) and Gerbens-Leenes et al. (2014) reported that the water used for biofuels strongly varied with crop type, geographic location, climate, and soil. Performing a case study in the UK, Bridge et al. (2013) demonstrated how the low-carbon energy transition is essentially

a geographical process that involves reconstructing current spatial patterns of economic and social activity and provided a set of basic concepts for mapping the geographies of a low-carbon energy system. This set consisted of six geographical items: location, landscape, territoriality, spatial differentiation, scaling, and spatial embeddedness. For energy geography in Brazil, where hydroelectric production accounts for more than 70% of the country's electricity supply matrix (SEMERTZIDIS; SPATARU; BLEISCHWITZ, 2018), basin geography should be still very relevant in Brazil. Hence the hydrographical approach is required.

Similar to energy geography, there are several studies on food geography, for example, Shanahan (2002), Mandelblatt (2015), and Kneafsey et al. (2021). However, food geography is not as well developed as energy geographies, and no studies of water geography were encountered. This reason might be that hydrology can be considered water geography and that hydrologists present hydrological studies without writing the term "water geography." Regardless of the resources that the Nexus considers, it is impossible to manage them without monitoring. The data obtained from the monitoring network and their analyses are essential to a better understanding of the WEF Nexus (SCANLON et al., 2017). Both monitoring and modeling activities are powerful parts of geography. As the number of Nexus subjects increases, for example, WE to WEF, WEF to WEFE, and WEFE to WEFDE, the importance of interdisciplinary research increases significantly, as does the necessity to apply geography (holistic and integrated science).

To ensure the well-being of society, WEFDE security is indispensable. Therefore, we proposed the Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem Nexus where the number of variables, characteristics, and involved disciplines will be greatly increased. In this case, we must remember that there is more than one way to study the WEFDE Nexus. Because geographical conditions (climate, landform, society, etc.) vary from region to region, it is very important to be aware of geographic realities at the beginning of Nexus implementation.

Nexus in Brazil

For an exploratory and statistical investigation of the WEF Nexus works carried out in Brazil during the period 2000-2013, Caixeta (2019) analyzed the access to potable water; access to electricity, and average protein supply, and the demonstrated strong correlation among these three factors. The author confirmed that Nexus-based management can contribute to sustainability processes in Brazil.

Brazil has a vast territory (8,515,767 km^2) and is characterized by a regional bias in natural resources (water, energy, etc.). These geographical heterogeneities of resources do not coincide with the demographical one, which requires more

tradeoffs between various societal sectors. Thus, the Nexus approach should be more applied to Brazilian realities. Nexus thinking was born out of the guarantee of WEF securities, and urgent action on water security was initially due to water scarcity. Therefore, it is naturally understood that further research and practice of the Nexus approaches are needed especially in northeastern Brazil or the semi-arid region which has historically suffered from severe drought.

One of the most famous problems related to the Nexus is the São Francisco River Basin (639,219 km^2), whose major part is in the semi-arid region. In this basin, there are longstanding and strong conflicts between irrigation and hydropower projects (IORIS, 2001), social issues have likewise been a concern (NOBREGA, 2011; TALLMAN; BENEDICTO, 2018). Hence the São Francisco River Basin is a typical example where social concerns are central to resources issues. Alternatively, by changing our perspective, we might view society as human or social resources and pursue social resilience as well as WEF security.

Applying a hydro-economic model with a stochastic dual dynamic programming approach, developed by Tilmant, Arjoon and Marques (2014), to the São Marcos River Basin (12,140 km^2) inside the Paraná River Basin, Bof et al. (2021) discussed the WEF Nexus tradeoffs. The authors demonstrated that, since the agricultural benefits outweigh the potential energy losses in the modeled system, the best action is to find an economically compensated reallocation strategy, based on negotiation among users, rather than imposing water supply cutbacks to the agriculture sector. This conclusion differed from Pereira-Cardenal et al. (2016), which carried out a similar study with a stochastic dual dynamic programming approach. Bof et al. (2021) added that tradeoff information between water uses is not always evident, and specific assessment is necessary to acquire this kind of information.

Their comment certainly implies the importance of case studies because every place has its own geographical conditions and consequently has its own unique set of Nexus conditions. The securities scenarios vary from region to region. Rather than building the basic principles of the Nexus for the whole country, it must be encouraged to find the most suitable method for each region by a case-by-case method.

Reporting a serious drought that various regions in Brazil were suffering from in 2021, Getirana, Libonati and Cataldi (2021) proposed, as a national security priority for avoiding crop failures and soaring power costs, urgent actions like sources diversification, soil moisture monitoring, local-hydroclimate dynamics modeling and treat water. According to Hunt et al. (2022), this water scarcity has continued since the drought in 2014 and 2015, and a large potential for hydropower has not been well explored because of the low water level in most of reservoirs in Brazil. This shows that reservoir levels of the hydropower plants have a significant

impact on the river flow. Hunt et al. (2022) commented that Brazil needs to generate thermoelectricity, solar and wind power, while conserving energy to allow the reservoirs to rise. Then, these authors demonstrated that Brazil can generate more hydropower with existing dams, reduce its electricity costs and reduce CO_2 emissions from thermal electricity sources. Considering the serious concerns in Brazil's disaster risk reduction strategy and the current and future effects of climate change in Brazil, our proposal of WEFDE Nexus is also appropriate for Brazil.

Final remarks

Considering that the WEF Nexus is central to the discussion about SDGs achievement, Biggs et al. (2015) integrated livelihood dynamics into the Nexus and proposed a novel framework. From different points of view, livelihood security and DRR can be quite similar issues. Besides, this new framework of Biggs et al. (2015) focused on environmental concerns. Therefore, even though Biggs et al. (2015) adopted the term WEF Nexus in their work, their new framework was similar to our proposal, i.e., Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem Nexus. Indeed, in the literature, Biggs et al. (2015), has dealt with the WEF resources and various types of natural disasters in parallel based on ecosystem types. Since studies like this developed the WEFDE Nexus appropriately without the term, some would say there is no need to define the WEFDE framework.

Nevertheless, we dare to recommend the use of the WEFDE Nexus. Adding the term "disaster" into the Nexus incites people to think of the Nexus and Sendai Framework in parallel. Biggs et al. (2015) linked the Nexus to SDGs, and we believe the WEFDE Nexus is also central to the Sendai Framework. Droughts, which result in water scarcity, cause a climatological disaster. Urban power outages caused by weak hydropower and services to high electricity demand, such as the use of air conditioners, during the drought (SEMERTZIDIS; SPATARU; BLEISCHWITZ, 2018) are also a type of disaster. Natural disasters like landslides, debris flows, flash floods, earthquakes, and tsunamis frequently damage infrastructures, including electric power plants, water supply systems, and irrigation systems, consequently reducing WEF security. Even so, people do not associate WEF security with disaster management. Even as disaster concerns are necessary for Nexus practice, the educational effect of explicitly including the term "disaster" is also beneficial for the general public, we conclude that the "Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem Nexus" is appropriate for the current situation in Brazil and many places around the world.

To achieve the SDGs, support the Sendai Framework, and improve individual and social well-being, a place-based WEFDE Nexus Ruralization proposed by Kobiyama, Campagnolo and Fagundes (2021) can be useful in the Nexus for urban environments.

> [Ruralization is] actions to coexists with vegetation, soil and rainwater and also to carry out processes that go against modern urbanization. The philosophical components of ruralization include: “Small is Beautiful,” “Slow is Beautiful,” “Simple is Beautiful,” “Soil is Beautiful,” and “Science is Beautiful.” (KOBIYAMA; CAMPAGNOLO; FAGUNDES, 2021)

Since ruralization practices incorporate many ecosystem services, they are considered ecosystem-based practices. Therefore, they can be all be included in the Nexus.

According to D’Odorico et al. (2018), the WEF Nexus approaches rely on (i) the enhancement of resources production with new and adequate technology; (ii) reduction of resources’ consumption through more sustainable diets, (iii) efficient use of resources, and (iv) waste reduction. For achieving approaches (iii) and (iv), the authors recommended including in the WEF Nexus the concept of Circular Economy, described by UNIDO (2017). As Stahel (2016) emphasized: “reuse what you can, recycle what you cannot reuse, repair what is broken, remanufacture what cannot be repaired.” As water circulates (the hydrological cycle), the dynamics of many resources should have circular features. Consumption and waste reduction and reuse depend upon residents’ actions based on their education and values and knowledge of the geography of the region in which they live. However, these individual actions are not possible without systems and infrastructure that support circular economies.

Finally, we would like to send this message: Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem Nexus thinking, training and environmental education for residents and geographical investigation for database construction should be enhanced. Geography education in and outside of schools not only help residents understand local environmental ecosystems and social form and function, it also gives them interdisciplinary and holistic ways of thinking and decision-making. Therefore, each community must strengthen its geography education with the Nexus in mind.

References

ABDI, H.; SHAHBAZITABAR, M.; MOHAMMADI-IVATLOO, B. Food, Energy and Water Nexus: A Brief Review of Definitions, Research, and Challenges. **Inventions**, v.5, 56, 2020.

ABULIBDEHA, A.; ZAIDAN, E. Managing the water-energy-food nexus on an integrated geographical scale. **Environmental Development**, v.33, 100498, 2020.

ADEBIYI, J.A.; OLABISI, L.S.; LIU, L.; JORDAN, D. Water–food–energy–climate nexus and technology productivity: a Nigerian case study of organic leafy vegetable production. **Environment, Development and Sustainability**, v.23,

p.6128–6147, 2021.

ALBRECHT, T.R.; CROOTOF, A.; SCOTT, C.A. The Water-Energy-Food Nexus: A systematic review of methods for nexus assessment. **Environmental Research Letters**, v.13, 043002, 2018.

BAKA, J.; VAISHNAVA, S. The evolving borderland of energy geographies. **Geography Compass**, v.14, e12493, 2020.

BAKAS, T.; PAPADIMITRIOU, I.; ARGYRI, P. Water crisis - beyond the destruction. **Open Schools Journal for Open Science**, 2, 2020. doi:https://doi.org/10.12681/osj.23363.

BAZILIAN, M. et al. Considering the energy, water, and food nexus: Towards an integrated modeling approach. **Energy Policy**, v.39, p.7896–7906, 2011.

BEKCHANOV, M.; RINGLER, C.; MUELLER, M. Ecosystem services in the water-energy-food nexus. **Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems**, v.2, p.103-105, 2015.

BIGGS, E.M. *et al*. Sustainable development in the water-energy food nexus: A perspective on livelihoods. **Environmental Science & Policy**, v.54, p.389-397, 2015.

BOF, P.H.; MARQUES, G.F.; TILMANT, A.; DALCIN, A.P.; OLIVARES, M. Water–Food–Energy Nexus Tradeoffs in the São Marcos River Basin. **Water**, v.13, 817, 2021.

BRIDGE, G.; BOUZAROVSKI, S.; BRADSHAW, M.; EYRE, N. Geographies of energy transition: Space, place and the low carbon economy. **Energy Policy**, v.53, p.331–340, 2013.

CAIXETA, F. Water-Energy-Food nexus status in Brazil. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.6, p.29-40, 2019.

CALVERT, K.E. From 'energy geography' to 'energy geographies': Perspectives on a fertile academic borderland. **Progress in Human Geography**, v.40, p.105–125, 2016.

CARMO-MORENO, C.; CRESTAZ, E.; CIMMARRUSTI, Y.; FARINOSI, F.; BIEDLER, M.; AMANI, A.; MISHRA, A.; CARMONA-GUTIERREZ, A. (eds.) **Implementing the Water–Energy–Food–Ecosystems Nexus and achieving the Sustainable Development Goals.** Paris: UNESCO, 2021. 190p.

CHOONG, S.M.; EL-SHAFIE, A. State-of-the-Art for Modelling Reservoir Inflows and Management Optimization. **Water Resources Management**, v.29, p.1267-1282, 2015.

CIANCONI, P.; BETRÒ, S.; JANIRI, L. The impact of climate change on mental health: A systematic descriptive review. **Frontiers in Psychiatry**, v.11, Article 74. 2020.

CNRD-PEDRR (Center for Natural Resources and Development, Partnership on Environment and Disaster Risk Reduction) **Disasters, Environment and Risk Reduction – Eco-DRR Master's Module, Instructor's Manual.** Nairobi: UNEP, 2013. 100p.

DODDS, F.; BARTRAM, J. (eds.) **The Water, Food, Energy and Climate Nexus**

Challenges and an agenda for action. Oxfordshire: Routledge, 2016. 292p.

D'ODORICO, P.; DAVIS, K.F.; ROSA, L.; CARR, J.A.; CHIARELLI, D.; DELL'ANGELO, J.; GEPHART, J.; MacDONALD, G.K.; SEEKELL, D.A.; SUWEIS, S.; RULLI, M.C. The global food-energy-water nexus. **Reviews of Geophysics**, v.56, p.456–531, 2018.

ENDO, A.; TSURITA, I.; BURNETT, K.; ORENCIO, P.M. A review of the current state of research on the water, energy, and food nexus. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v.11, p.20–30, 2017.

EPA - Environmental Protection Agency. **Climate change and social vulnerability in the United States: A focus on six impacts.** Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2021. 100p. (EPA 430-R-21-003). Available in: <www.epa.gov/cira/social-vulnerability-report>.

ESTRELLA, M.; SAALISMAA, N. Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Eco-DRR): An Overview. In: RENAUD, F.; SUDMEIER-RINEUX, K.; ESTRELLA, M. (eds.) **The role of ecosystem management in disaster risk reduction.** Tokyo: UNU Press, 2013. p.26-54.

FALKENMARK, M.; ROCKSTRÖM, J. **Balancing water for humans and nature: The new approach in ecohydrology.** London: Earthscan, 2004. 247p.

FALKENMARK, M.; ROCKSTRÖM, J. The new blue and green water paradigm: Breaking new ground for water resources planning and management. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.132, p.129-132, 2006.

FAO – Food and Agriculture Organization. **The State of Food Insecurity in the World 2001.** Rome: FAO, 2001. 58p.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all.** Rome: FAO, 2021. 240p.

FINGERMAN, K.R.; TORN, M.S.; O'HARE, M.H.; KAMMEN, D.M. Accounting for the water impacts of ethanol production. **Environmental Research Letters**, v.5, 014020, 2010.

FODEN, M.; BROWNE, A.L.; EVANS, D.M.; SHARP, L.; WATSON, M. The water–energy–food nexus at home: New opportunities for policy interventions in household sustainability. **The Geographical Journal**, v.185, p.406–418, 2019.

FOLEY, J.A. et al. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, p.337-342, 2011.

GERBENS-LEENES, P.W.; XU, L.; VRIES, G.J.; HOEKSTRA, A.Y. The blue water footprint and land use of biofuels from algae. **Water Resources Research**, v.50, p.8549–8563, 2014.

GETIRANA, A.; LIBONATI, R.; CATALDI, M. Brazil is in water crisis — it needs a drought plan. **Nature**, v.600, p.218-220, 2021.

GIULIANI, M.; LAMONTAGNE, J.R.; REED, P.M.; CASTELLETTI, A. A state of-the-art review of optimal reservoir control for managing conflicting demands in a

changing world. **Water Resources Research**, v.57, e2021WR029927, 2021.

GLEICK, P.H. (ed). **Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources.** New York: Oxford University Press, 1993. 504p.

GONCHAROVA, N.A.; MERZLYAKOVA, N.V. Food shortages and hunger as a global problem. **Food Science and Technology**, 2021. (pre-print) DOI: 10.1590/fst.70621.

GUO, J.; WANG, F.; VOGT, R.D.; ZHANG, Y.; LIU, C-Q. Anthropogenically enhanced chemical weathering and carbon evasion in the Yangtze Basin. **Scientific Reports**, v.5, 11941, 2015.

GWP – Global Water Partnership. **Integrated Water Resources Management.** Stockholm: Global Water Partnership, 2000. 67p. (TAC Background Papers No. 4)

HALDER, P.K.; PAUL, N.; JOARDDER, M.U.H.; SARKER, M. Energy scarcity and potential of renewable energy in Bangladesh. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.51, p.1636-1649, 2015.

HASSAN, R.; SCHOLES, R.; ASH, N. (eds.) **Ecosystems and human well-being: current state and trends. Vol. 1.** Washington: Island Press, 2005. 917p.

HOFF, H. **Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus.** Stockholm: Stockholm Environment Institute, 2011. 51p. Available in: <https://mediamanager.sei.org/documents/Publications/SEI-Paper-Hoff-UnderstandingTheNexus-2011.pdf>.

HUNT, J.D. et al. Energy crisis in Brazil: Impact of hydropower reservoir level on the river flow. **Energy**, v.239, 121927, 2022.

IEA – International Energy Agency. **World energy outlook 2016.** Paris: International Energy Agency, 2016. 667p.

INGRAM, J. A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. **Food Security**, v.3, p.417–431, 2011.

IORIS, A.A.R. Water Resources Development in the São Francisco River Basin: Conflicts and Management Perspectives. **Water International**, v.26, p.24–39, 2001.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2022. (In Press). Available in: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf >.

JAX, K. Taking Social Responsibility in Using Ecosystem Services Concepts: Ethical Issues of Linking Ecosystems and Human Well-Being. In: SCHRÖTER, M.; BONN, A.; KLOTZ, S.; SEPPELT, S.; BAESSLET, C. (eds.) **Atlas of Ecosystem Services: Drivers, Risks, and Societal Responses.** Cham: Springer Nature, 2019. p.25-31.

JIMENEZ-CISNEROS, B. Responding to the challenges of water security: the Eighth Phase of the International Hydrological Programme, 2014–2021. **IAHS Publication**, v.366, p. 10-19, 2015.

KADDOURA, S.; EL KHATIB, S. Review of water-energy-food nexus tools to improve the nexus modelling approach for integrated policy making. **Environmental Science & Policy**, v.77, p.114-121, 2017.

KAHIL, T.; ALBIAC, J.; FISCHER, G.; STROKAL, M.; TRAMBEREND, S.; GREVE, P.; TANG, T.; BUREK, P.; BURTSCHER, R.; WADA, Y. A nexus modeling framework for assessing water scarcity solutions. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.40, p.72-80, 2019.

KNEAFSEY, M.; MAYE, D.; HOLLOWAY, L.; GOODMAN, M.K. **Geographies of Food: An Introduction.** London: Bloomsbury Academic, 2021. 368p.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos.** Curitiba: Organic Trading, 2006. 109p.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A.A.; CORSEUIL, C.W. **Recursos hídricos e saneamento.** Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008. 160p.

KOBIYAMA, M.; CAMPAGNOLO, K.; FAGUNDES, M.R. Ruralization for water resources management in urban area revisited. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.15, n.2, p.68-88, 2021.

LECK, H.; CONWAY, D.; BRADSHAW, M.; REES, J. Tracing the Water–Energy–Food Nexus: Description, Theory and Practice. **Geography Compass**, v.9, p.445–460, 2015.

MANDELBLATT, B. Geography of Food. In: PILCHER, J.M. (ed.) **The Oxford Handbook of Food History.** Oxford: Oxford University Press, 2015. 23p. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199729937.013.0009.

MATEO-SAGASTA, J.; ZADEH, S.M.; TURRAL, H. **Water pollution from agriculture: a global review.** Rome: FAO, 2017. 29p.

MATTHEW, R.A. Rethinking the Water-Food-Energy-Climate Security Nexus. In: MATTHEW, R.A.; HARRON, C.; GOODRICH, K.; MAHARRAMLI, B.;NIZKORODOV, E. (eds.) **The WSPC Reference on Natural Resources and Environmental Policy in the Era of Global Change. Vol. 2.** , Singapore: The World Scientific, 2016. p.261-277.

MENG, F.; LIU, G.; LIANG, S.; SU, M.; YANG, Z. Critical review of the energy-water-carbon nexus in cities. **Energy**, v.171, p.1017–1032, 2019.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and human well-being: synthesis.** Washington: Island Press, 2005. 137p.

MONTANARI, A. et al. “Panta Rhei—Everything Flows”: Change in hydrology and society—The IAHS Scientific Decade 2013–2022. **Hydrological Sciences Journal**, v.58, p.1256-1275, 2013.

MONTY, F.; MURTI, R.; FURUTA, N. (orgs.) **Helping nature help us: Transforming disaster risk reduction through ecosystem management.** Gland: IUCN, 2016. 82p.

MOOS, C.; BEBIC, P.; SCHWARZ, M.; STOFFEL, M.; SUDMEIER-RIEUXG,

K.; DORREN, L. Ecosystem-based disaster risk reduction in mountains. **Earth-Science Reviews**, v.177, p.497–513, 2018.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Geography.** 2022. Available in: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geography/>.

NATURVÅRDSVERKET **Guide to valuing ecosystem services.** Stockholm: Naturvårdsverket, 2018. 88 p.

NEWELL, J.P.; RAMASWAMI, A. Urban food-energy-water systems: past, current, and future research trajectories. **Environmental Research Letters,** v.15, 050201, 2020.

NEWELL, J.P.; GOLDSTEIN, B.; FOSTER, A. A 40-year review of food-energy-water nexus literature and its application to the urban scale. **Environmental Research Letters**, v.14, 73003, 2019.

NOBREGA, R.S. Os atingidos por barragem: refugiados de uma guerra desconhecida. **Revista Interdisciplinar da Mobilidade Humana**, v.19, p.125-143, 2011.

OLIVEIRA, A. **Energy Security in South America:** The Role of Brazil. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 2010. 15p.

PAGE, E.A. Distributing the burdens of climate change. **Environmental Politics**, v.17, p.556-575, 2008.

PATTISON, W.D. The Four Traditions of Geography. **Journal of Geography**, v.63, n.5, p.211-216, 1964.

PENG, W.; BERRY, E.M. The Concept of Food Security. In: FERRANTI, P.; BERRY, E.M.; ANDERSON, J.R. (Eds.), **Encyclopedia of Food Security and Sustainability.** vol. 2, Amsterdam: Elsevier, 2019. p.1-7.

PEREIRA-CARDENAL, S.J.; MO, B.; GJELSVIK, A.; RIEGELS, N.D.; AMBJERG-NIELSEN, K.; BAUER-GOTTWEIN, P. Joint Optimization of Regional Water-Power Systems. **Advances in Water Resources**. v.92, p.200–207, 2016.

POFF, N.L. et al. Sustainable water management under future uncertainty with eco-engineering decision scaling. **Nature Climate Change**, v.6, p.25–34, 2016.

POTSCHIN, M.; KRETSCH, C.; HAINES-YOUNG, R.; FURMAN, E.; BERRY, P.; BARÓ, F. Nature based solutions. In: POTSCHIN, M.; JAX, K. (eds). **OpenNESS ecosystem services reference book.** EC FP7, 2016. 5p. (Grant Agreement, n. 308428).

PURWANTO, A.; SUSNIK, J.; SURYADI, F.X.; FRAITURE, C. Water-Energy-Food Nexus: Critical Review, Practical Applications, and Prospects for Future Research. **Sustainability**, v.13, 1919, 2021.

RIJSBERMAN, F.R. Water scarcity: Fact or fiction? **Agricultural Water Management**, v.80, p.5–22, 2006.

ROSA, L.; RULLI, M.C.; DAVIS, K.F.; D'ODORICO, P. The water-energy nexus of hydraulic fracturing: A global hydrologic analysis for shale oil and gas extraction. **Earth's Future**, v.6, p.745–756, 2018.

SACHS, J.D. **The Age of Sustainable Development.** New York: Columbia University Press, 2015. 544p.

SCANLON, B.R., RUDDELL, B.L.; REED, P.M.; HOOK, R.I.; ZHENG, C.; TIDWELL, V.C.; SIEBERT, S. The food-energy-water nexus: Transforming science for society. **Water Resources Research**, v.53, p.3550–3556, 2017.

SEMERTZIDIS, T.; SPATARU, C.; BLEISCHWITZ, R. Cross-sectional Integration of the Water-energy Nexus in Brazil. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, v.6, p.114-128, 2018.

SHANAHAN, D. The Geography of Food. **Journal for the Study of Food and Society**, v.6, p.7-9, 2002.

SHEN, L.Q.; AMATULLI, G.; SETHI, T.; RAYMUND, P.; DOMISCH, S. Estimating nitrogen and phosphorus concentrations in streams and rivers, within a machine learning framework. **Scientific Data**, v.7, 161, 2020.

SIMPSON, G.B.; JEWITT, G.P.W. The development of the water-energy-food Nexus as a framework for achieving resource security: A review. **Frontiers in Environmental Science**, v.7, article 8, 2019.

SMAJGL, A.; WARD, J.; PLUSCHKE, L. The water-food-energy Nexus – realizing a new paradigm. **Journal of Hydrology**, v.533, p.533-540, 2016.

SONNEVELD, B.G.J.S.; MERBIS, M.D.; ALFARRA, A.; ÜNVER, O.; ARNAL, M.A. **Nature-Based Solutions for agricultural water management and food security.** Rome: FAO, 2019. 64p. (FAO Land and Water Discussion Paper no. 12).

STAHEL, W.R. Circular economy: A new relationship with our goods and materials would save resources and energy and create local jobs. **Nature**, v,531, p.435–439, 2016.

STEFFEN, W.; CRUTZEN, P.J.; McNEILI, J.R. The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature. Ambio: A Journal of the Human Environment, v.36, p.614–621, 2007.

TALLMAN, H.; BENEDICTO, M. Velho Chico Pede Passagem. **Revista do IBGE**, n.13, p.6-11, 2018.

TILMANT, A.; ARJOON, D.; MARQUES, G.F. Economic Value of Storage in Multireservoir Systems. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.140, p.375–383, 2014.

TORRES, C.J.F.; LIMA, C.H.P.; GOODWIN, B.S.A.; AGUIAR JR., T.R.; FONTES, A.S.; RIBEIRO, MD.V.; SILVA, R.S.X.; MEDEIROS, Y.D.P. A Literature Review to Propose a Systematic Procedure to Develop “Nexus Thinking” Considering the Water–Energy–Food Nexus. **Sustainability**, v.11, 7205, 2019.

UN – United Nations. **The future we want.** New York: UN, 2012. 53p. (A/RES/66/288)Available in: <https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/66/288&Lang=E>.

UN – United Nations. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable**

Development. New York: UN, 2015. 41p.

UNCED – United Nations Conference on Environment & Development **Agenda 21.** New York: UN, 1992. 351p. Available in: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects 2019: Highlights**. New York: UN, 2019. 39p. (ST/ESA/SER.A/423).

UNDP – United Nations Development Programme **World energy assessment: Energy and the challenge of sustainability.** New York: UNDP, 2000. 508p.

UNIDO – United Nations Industrial Development Organization. **Circular economy.** Vienna: UNIDO, 2017. 16p.

UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.** Geneva: UNISDR, 2015. 35p.

UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Implementing the Sendai Framework to achieve the Sustainable Development Goals.** Geneva: UNDRR, 2016. 6p.

UNWCED – United Nations World Commission on Environment and Development (ed.) **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.** Oxford: Oxford University Press, 1987. 400p.

VANELLI, F.M; KOBIYAMA, M. How can socio-hydrology contribute to natural disaster risk reduction? **Hydrological Sciences Journal**, v.66, p.1758-1766, 2021.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.37, p.130-137, 1980.

VILLAR, P.C; SCHEIBE, L.F; HENNING, L.A. A judicialização da exploração dos combustíveis não convencionais: o caso do gás de folhelho (Xisto) por fraturamento hidráulico na Bacia Geológica do Paraná. **Desenvolvimento e Meio Ambiente,** v.52, p.68-90, 2019.

WEF - World Economic Forum **Water Security:** The Water-Energy-Food-Climate Nexus: World Economic Forum Initiative. Washington: Island Press, 2011. 288p.

WHITE, D.D.; JONES, J.L.; MACIEJEWSKI, R.; AGGARWAL, R.; MASCARO, G. Stakeholder analysis for the food-energy-water nexus in Phoenix, Arizona: Implications for nexus governance. **Sustainability**., v.9, 2204, 2017.

WHO – World Health Organization. **Basic documents:** forty-ninth edition (including amendments adopted up to 31 May 2019). Geneva: World Health Organization; 2020. 238p.

WWAP – World Water Assessment Programme. **Water for People, Water for Life.** Paris: UNESCO, 2003. 576p. (UN World Water Development Report 2003)

DESERTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO A PARTIR DE SATÉLITES

DESERTIFICATION AND MAPPING OF DEGRADED AREAS IN THE BRAZILIAN SEMIARID REGION FROM SATELLITES

Catarina de Oliveira Buriti[1]
Humberto Alves Barbosa[2]

Introdução

O Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022) alertou recentemente para o agravamento do processo de mudança climática no Planeta. O crescente risco de deterioração da crise ecológica torna urgente a busca de alternativas para *adaptação*, implantando soluções tecnológicas para reduzir o custo humano e financeiro de desastres como secas, degradação das terras, desertificação, calor extremo e incêndios florestais. O aquecimento global aumentou a frequência e intensidade desses desastres climáticos severos. Além disso, fenômenos de longo prazo, como o aumento das temperaturas, têm tornado algumas áreas do mundo inabitáveis.

As mudanças climáticas, embora de natureza global, têm impactos distintos, nas diferentes regiões do mundo. Na última década, regiões como o Semiárido brasileiro, passaram a enfrentar eventos climáticos mais extremos, na forma de secas, que se tornaram mais intensas, frequentes, abrangentes e duradouras. É o caso da maior seca do século, que ocorreu no período 2011-2017 na região (BURITI; BARBOSA, 2018; PAREDES-TREJO, 2021b).

O Relatório especial sobre "Mudança do Clima e Degradação das Terras", do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, 2019), reforçou os riscos da desertificação para as populações humanas. Os especialistas evidenciaram a

1 Pesquisadora, Instituto Nacional do Semiárido (Insa/MCTI), cofundadora do Instituto Letras Ambientais. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0527-7899. E-mail: catarina.buriti@gmail.com.
2 Fundador e coordenador do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis), professor da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e pesquisador de produtividade em pesquisa do CNPq. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9641-806X. E-mail: barbosa33@gmail.com.

Agradecimentos: Este artigo contou com o apoio do projeto "Programa de monitoramento da desertificação por satélite no Semiárido brasileiro", da Chamada do CNPq Universal no 18/2021. Também contou com o apoio do Projeto "Influência do clima na sazonalidade do novo coronavírus e outros patógenos, a partir de modelos matemáticos, para combate a doenças na Amazônia brasileira", do Programa Emergencial Capes Epidemias (Edital no 12/2020).

situação particularmente preocupante do Brasil, que possui uma das áreas secas e em processo de desertificação mais densamente povoadas do mundo. De acordo com a nova delimitação do Semiárido (SUDENE, 2021), a região semiárida brasileira possui atualmente uma área de 1.322.680,27 Km^2, abrangendo 1.427 municípios, com população estimada em 31,7 milhões de pessoas.

A região semiárida brasileira, devido à sua grande extensão e contingente populacional, é considerada uma das maiores áreas do mundo susceptível ao processo de desertificação. É também uma das regiões brasileiras mais vulneráveis às mudanças climáticas, ou seja, altamente suscetível para se adaptar aos efeitos adversos da mudança do clima, principalmente eventos climáticos extremos. Grande parte dessa área vem tendo seus recursos naturais degradados pelo sistema de produção predominantemente agropecuário ou extrativista. Evidências dessa degradação estão presentes em quase todas as partes e, em alguns locais, são tão flagrantes que foram reconhecidos como *Núcleos de Desertificação* (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971 e 2002). Em geral, são locais com grandes manchas desnudas e/ou com cobertura vegetal rala, além de sinais claros de erosão do solo. Há outros locais com aparência de degradação semelhante, embora ainda não sejam reconhecidos como Núcleos.

Os processos de degradação quase sempre se iniciam com o desmatamento e com a substituição da vegetação nativa por outra cultivada e de porte ou ciclo de vida diferente. A vegetação arbustiva e arbórea da caatinga, predominante no Semiárido, é substituída por pastos herbáceos ou culturas de ciclo curto (SAMPAIO et al., 2003).

A gravidade do processo de desertificação decorre da geração de impactos ambientais que acarretam, além da perda da biodiversidade, a degradação dos solos, através da erosão, resultando em perda de fertilidade química e física. Essa perda de patrimônio nacional (solo fértil) aumenta as condições de vulnerabilidade social e, consequentemente, aprofunda a pobreza no meio rural e urbano, particularmente quando associada aos ciclos de secas prolongadas, pela exaustão da capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Todavia, o grau de conhecimento do processo de degradação das terras e sua extensão ainda são deficitários e necessitam de constantes atualizações. Embora os sinais de degradação nessas áreas sejam tão evidentes, as metodologias de mapeamento da expansão da desertificação ainda são muito incipientes, não fornecendo resultados consistentes, para fundamentar tomadas de decisão sobre esse grave processo.

Nesse contexto, o presente artigo tem o objetivo de analisar a atual situação da desertificação no Semiárido brasileiro, bem como as recentes estratégias de mapeamento das áreas degradadas, a partir de dados de satélites. Para isso, foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto, para extrair informações de dados de satélites globais, de última geração, por meio de Sistemas de Informação

Geográfica (SIG), que contribuam para estratégias de combate à desertificação, adaptação à seca e às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro.

O processo de desertificação no Brasil

De acordo com o Relatório do IPCC (2019), a desertificação é a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de um conjunto de fatores naturais e antrópicos, que incluem variações climáticas e atividades humanas.

A degradação das terras se refere à perda da sua produtividade biológica ou econômica, resultando na deterioração das propriedades físicas, biológicas e/ou econômicas do solo, bem como na perda de longo prazo da vegetação natural (UNITED NATIONS, 1994).

Em 1977, a Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, realizada em Nairóbi, Quênia-África, foi o primeiro fórum internacional que chamou atenção para o perigo do crescente risco da desertificação, em territórios de vários países, incluindo a região semiárida do Brasil. O engenheiro agrônomo João Vasconcelos Sobrinho, pioneiro dos estudos sobre desertificação no Brasil, representou o Brasil no evento.

Desde então, o interesse científico, político e internacional sobre a desertificação tem aumentado, especialmente em ecossistemas áridos, semiáridos e subúmidos secos. Essas áreas exercem um papel significativo na produção de alimentos e no desenvolvimento social das comunidades.

Segundo Vasconcelos Sobrinho (1971), a desertificação é condicionada pela intervenção do clima, dos solos, da flora, da fauna e do ser humano. O processo ocorre devido à fragilidade dos ecossistemas das terras secas em geral, que em decorrência da pressão excessiva, exercida pelas populações humanas e pela fauna nativa, perdem sua produtividade e a capacidade de recuperar-se. O estudioso foi responsável por formular a categoria “núcleos de desertificação”, identificando a existência de seis áreas desertificadas, no então chamado “Polígono das Secas”. São eles: Gilbués (PI), Irauçuba (CE), Seridó (RN/PB), Cabrobó (PE), Cariris Velhos (PB) e Sertão do São Francisco (BA).

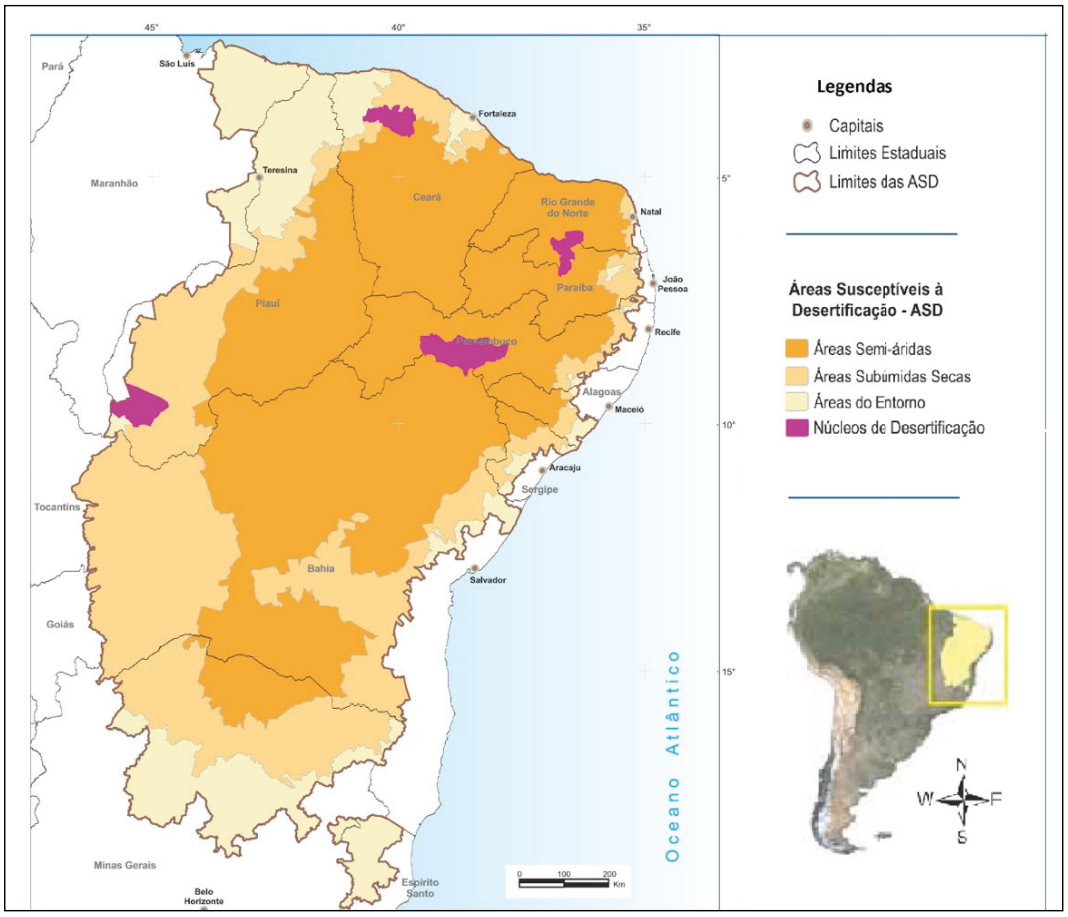
Com base nas definições acima apresentadas, neste artigo, consideramos a desertificação como a “degradação da terra em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de atividades humanas e variações climáticas, que podem levar a condições desérticas (BURITI; BARBOSA, 2021).

A Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação (UNCCD) incluiu como áreas suscetíveis à desertificação (ASD’s) todas as regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas do Planeta. Como o Brasil não possui áreas com

clima árido, o Atlas das Áreas Suscetíveis à Desertificação do Brasil (MMA, 2007) considerou as regiões com clima semiárido e subúmido seco, além de também incluir suas áreas do entorno, como propensas à desertificação.

As áreas do entorno foram agregadas ao mapa das ASD's para incluírem municípios com características similares às áreas semiáridas e subúmidas secas, com elevado risco de ocorrência de secas e enclaves de caatinga, vegetação típica do Semiárido brasileiro.

Para classificar as áreas brasileiras suscetíveis à desertificação foi adotado o Índice de Aridez, seguindo as diretrizes da Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação (UNCCD). Esse indicador é calculado pela razão entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração.



Fonte: PAN-Brasil (MMA, 2005).

Figura 1. Áreas suscetíveis à desertificação no Brasil.

No Brasil, de acordo com Atlas (MMA, 2007), as ASD's compreendem cerca de 1.340.863 Km^2 (16% do território brasileiro), abrangendo 1.488 municípios (27% do total), incluindo territórios dos nove estados do Nordeste e de dois estados do Sudeste (parte de Minas Gerais e do Espírito Santo). Mais de 30 milhões de pessoas (17% da população brasileira) são atingidas pelo processo.

Os estados do Ceará e Pernambuco são os mais afetados pelo problema, sendo que a Paraíba, proporcionalmente, apresenta-se com a maior extensão de área comprometida, alcançando mais de 70% do seu território.

As ASD's são áreas que podem se tornar deserto, caso o nível de degradação das suas terras se intensifique, no processo histórico de uso e ocupação das terras. Para evitar que isso aconteça, é necessário promover o uso ordenado da terra, respeitando sua capacidade de suporte e a vulnerabilidade de cada ecossistema.

As principais causas da desertificação no Brasil

Os solos do Semiárido brasileiro, ainda jovens e pouco profundos, são altamente suscetíveis à desertificação. Em razão dessas características, quando submetidos às constantes ações de degradação natural e antrópica, têm sua matéria orgânica comprometida. A desertificação ocorre justamente em razão da crescente deterioração dos recursos naturais, em ecossistemas de terras secas, que culmina na degradação grave ou muito grave dos solos.

Diante do papel central que a ação humana exerce sobre o aumento das áreas em processo de desertificação, é necessário identificar as atividades antrópicas que aumentam a degradação dos ecossistemas. São ações que aceleram o processo de deterioração das terras, nas ASD's do Brasil.

A desertificação é uma resposta a vários outros processos que ocorrem no uso da terra. Hoje, o processo de degradação está muito ligado, principalmente, ao desmatamento da Caatinga, para atividades agropecuárias e para a produção de biomassa, visando gerar energia a setores produtivos.

A seguir, destacam-se os quatro principais tipos de atividades humanas que aumentam a degradação dos solos, principal motor da desertificação:

1) Agropecuária: a principal atividade econômica do Semiárido brasileiro é a agropecuária. A exploração intensiva do solo para essa atividade, sem o manejo adequado, leva à perda da matéria orgânica, limitando a capacidade de recuperação dos seus nutrientes. Essa utilização excessiva empobrece os solos, em razão de reduzir o tempo de pousio ou descanso, necessário para recuperar a fertilidade dos solos e manter a produtividade das terras (SÁ, 2007).

O constante desmatamento da Caatinga, para ocupação dos solos com a agropecuária, provoca intensos impactos nas florestas secas, reduzindo grande parte da sua diversidade biológica. A remoção total ou parcial da cobertura vegetal deixa o solo descoberto. Com isso, ficam expostos aos processos erosivos, acelerando o processo de desertificação.

2) Sobrepastoreio: o uso e ocupação dos solos do Semiárido brasileiro geralmente é inadequado à sua capacidade de suporte, interferindo profundamente na sua formação

e propriedades. A pecuária extensiva é outro fator que intensifica a degradação dos solos, acelerando os processos erosivos. As práticas de pastejo de animais de grande porte, como o gado bovino, e/ou a presença de uma superpopulação de animais, em uma área restrita, aumenta a vulnerabilidade dos ecossistemas à deterioração das terras (BURITI; BARBOSA, 2018). Esse é um dos principais fatores da desertificação, em razão da compactação do solo, causada pelo pisoteio dos animais.

3) Desmatamento: a forma de uso e ocupação das terras está diretamente relacionada com sua degradação. A remoção da cobertura vegetal de proteção do solo causa a erosão (grandes sulcos abertos no solo), porta de entrada para a desertificação. Com o desmatamento, os solos ficam expostos. A remoção da terra, de forma natural ou pela ação humana, compromete a integridade dos solos. As mudanças climáticas pioram esse processo de degradação.

Cerca de 30% da energia consumida pelos setores industrial/comercial e domicílios do Nordeste é oriunda da biomassa florestal da Caatinga. Esse dado corresponde a cerca de um terço da demanda energética da região, sendo atendido pela produção de lenha e carvão (PAREYN; VIEIRA; GARIGLIO, 2015).

A lenha utilizada como fonte de energia, para produção industrial, como nas fábricas cerâmicas do Semiárido brasileiro, normalmente é explorada de forma intensiva, sem o manejo florestal adequado e sem tempo suficiente para regeneração das espécies (SÁ, 2007). A extração de madeira nativa da Caatinga, para abastecimento de indústrias cerâmicas da região, é uma das principais causas da desertificação.

Um problema agravante é que o desmatamento da Caatinga, para obtenção de lenha e carvão, geralmente é associado à extração do solo, para as fábricas cerâmicas, a exemplo dos polos produtores de telhas, instalados na região do Seridó potiguar. É uma atividade produtiva de grande impacto ambiental. As fornalhas que alimentam a queima do produto usam grande volume de lenha, extraída da caatinga, além do uso de água e argila, que levam ao esgotamento dos recursos naturais dessas áreas.

4) Irrigação: a irrigação agrícola no Semiárido brasileiro, quando praticada sem o manejo adequado, é outro fator de degradação das terras. Os solos da região, submetidos à prática da irrigação, apresentam risco de se tornarem salinos, caso não sejam tomadas as devidas precauções. Alguns tipos de solos da região, ainda rasos e pouco desenvolvidos, apresentam maior risco de salinização. A salinização é caracterizada pelo acúmulo excessivo de sais minerais no solo, a ponto de prejudicar a germinação e o desenvolvimento das lavouras. Esses sais são provenientes da água da irrigação e/ou do lençol freático, quando este se eleva até próximo da superfície do solo.

Desde os anos 1980, a região do Matopiba, confluência de territórios do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, passou a ser explorada para produção intensiva de grãos, principalmente milho e soja, com base na irrigação.

Considerada a nova fronteira agrícola do Brasil, grande parte das terras de Matopiba são áreas suscetíveis à desertificação. O uso de insumos e pesticidas aumentam o processo de degradação dos solos, reduzindo sua produtividade.

As queimadas no Nordeste também se concentram atualmente na região de Matopiba, para gerar terras agricultáveis. Com isso, essas áreas se tornam degradadas, em um curto período.

Outra área preocupante de degradação é a região do rio São Francisco. Um estudo publicado recentemente por pesquisadores do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis) avaliou a dimensão do impacto da irrigação e das secas extremas na degradação das terras, na bacia do rio São Francisco, no período de 1985 a 2020 (PAREDES-TREJO et. al., 2021a). A pesquisa evidenciou uma expansão das áreas afetadas por secas, principalmente nas regiões do Médio e Alto São Francisco, durante os meses de inverno (junho a agosto).

Também houve tendência de aumento das secas extremas de longo prazo, em termos de severidade e duração, ao longo da bacia hidrográfica. Um acentuado esgotamento dos níveis de água subterrânea foi observado, simultâneo ao aumento do percentual de umidade do solo, durante as secas mais severas do período. O dado indica uma intensificação da captação de água subterrânea, para irrigação agrícola, às margens do rio São Francisco, atividade que tem aumentado o processo de degradação dos solos (PAREDES-TREJO et. al., 2021a).

A capacidade institucional dos municípios do Semiárido para combate à desertificação

Cerca de 93% dos municípios do Semiárido brasileiro são considerados de pequeno porte, ou seja, contam com população inferior a 50 mil habitantes. Em 2018, um estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sobre o Perfil dos Municípios Brasileiros (Munic), mostrou que cerca de 60% dos municípios afetados por secas não contavam com um plano de contingência, instrumento orientado à prevenção dos impactos desse fenômeno climático. Apenas 15% dispunham de um plano específico de contingência e/ou de prevenção aos efeitos da seca.

Os dados da pesquisa do IBGE alertam sobre a falta de planejamento dos municípios brasileiros, para enfrentar problemas ambientais complexos, como secas e desertificação, que tendem a se agravar, no contexto da mudança climática. A falta de planejamento é especialmente preocupante nos municípios do Semiárido brasileiro, onde há risco de a seca assumir dimensões de desastre natural, pela confluência de problemas socioeconômicos, ambientais e institucionais que pode acarretar.

Como exemplo, está a recente seca de 2011-2017, que acarretou impactos profundos em termos socioeconômicos e ambientais no Semiárido brasileiro (BURITI;

BARBOSA, 2018). Dentre os impactos do fenômeno climático, que se prolongou por sete anos na região, estão o aumento nos preços dos alimentos, as expressivas mudanças na cobertura dos solos, como erosão superficial, ausência de vegetação, baixa fertilidade, e consequentemente a intensificação da desertificação. Esse processo gera e acentua a escassez de recursos naturais vitais para a sobrevivência humana, tais como água potável, solo agrícola e vegetação (SILVA et al., 2009).

Ressalta-se ainda a deficiência hídrica que assolou a região, onde o volume da água dos rios e reservatórios ficaram em situação extremamente crítica (BARBOSA; KUMAR, 2016). Durante a severa seca 2011-2017, muitos mananciais correram risco de entrar em colapso. Municípios de grande porte do Semiárido brasileiro, como Campina Grande (PB), abastecida pelo açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), localizado nos Cariris paraibanos, microrregiões mais secas do Brasil, enfrentaram situação alarmante de insegurança hídrica (BURITI; BARBOSA, 2018). As consequências mais evidentes das grandes secas são a fome, a desnutrição, a miséria e o êxodo rural (MCBEAN; RODGERS, 2009). Mas, vale lembrar que, de forma geral, seus impactos dependem das vulnerabilidades locais e da capacidade de adaptação e resiliência da população e dos governos.

No Livro “Um século de secas” (BURITI; BARBOSA, 2018), foi desenvolvida uma metodologia para analisar como pequenos municípios do Semiárido brasileiro, marcados por uma confluência de vulnerabilidades, podem lidar com problemas ambientais complexos, a exemplo de secas extremas, desertificação e mudança climática.

Dentre as vulnerabilidades enfrentadas pela densa população da região, estão:

1) Vulnerabilidade climática: ocorre sobretudo pela frequência de secas intensas e pelos atuais impactos do processo de mudança climática;

2) Vulnerabilidade à desertificação: um processo crescente e irreversível, intensificado pelas secas e pelo manejo inadequado dos recursos naturais;

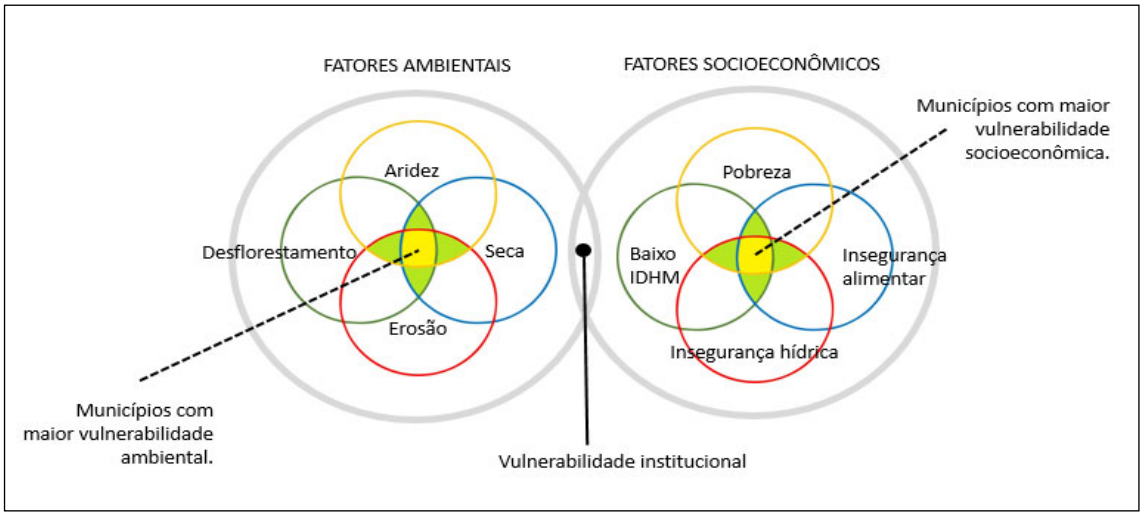
3) Vulnerabilidade ecológica: os riscos que a Caatinga enfrenta de atingir um ponto de não retorno, ou seja, a degradação da vegetação e as secas extremas podem causar danos fisiológicos na vegetação, a ponto de as plantas perderem sua capacidade de se autorrecuperar;

4) Vulnerabilidade institucional: falta de capacidade institucional dos pequenos municípios para enfrentar problemas ambientais complexos;

5) Vulnerabilidade socioeconômica: a agricultura familiar, de baixa escala, atividade econômica predominante na região, é desmantelada durante as secas, de modo que a população perde sua principal fonte de subsistência;

6) Vulnerabilidade do conhecimento: a limitação no acesso a informações técnico-científicas qualificadas impede uma melhor gestão dos recursos naturais e a obtenção de renda, a partir do aproveitamento sustentável da bioeconomia da Caatinga.

Na Figura 2, apresenta-se um fluxograma que possibilita um melhor entendimento da abordagem interdisciplinar própria desta pesquisa, para descrever os fatores ambientais e socioeconômicos do Semiárido brasileiro. Essas características são interdependentes, do ponto de vista das suas vulnerabilidades, acarretando em fragilidade institucional no processo de gestão e governança ambiental, nos municípios da região.



Fonte: BURITI, BARBOSA, 2018.

Figura 2. Fluxograma das vulnerabilidades ambientais, socioeconômicas e institucionais nos Cariris paraibanos.

Pelo exposto na Figura 2, observa-se que da convergência de vulnerabilidades ambientais e socioeconômicas, nos municípios em processo de desertificação, expressa-se a falta de capacidade institucional, em âmbito local, para lidar politicamente com problemas complexos, a exemplo da adaptação à seca e à mudança climática.

A noção de capacidade institucional refere-se à estrutura e aos processos organizacionais e administrativos de instituições públicas, que deveriam viabilizar o cumprimento dos objetivos e metas estabelecidos. O termo mantém estreito vínculo com a capacidade de planejamento e de gestão das políticas públicas, mediante a racionalização dos métodos e procedimentos, modernização dos sistemas de informação, estabelecimento de relações com atores de cooperação e colaboração, entre outros aspectos relacionados a funções administrativas e de suporte, técnicas/programas, estrutura, cultura e recursos (FERNANDES, 2016).

Secas expandem áreas desérticas no Semiárido brasileiro

A seca é um dos principais agravantes que aceleram a degradação das terras, no Semiárido brasileiro. Esses eventos climáticos extremos intensificam as pressões sobre os recursos naturais da região, sobretudo a vegetação e,

consequentemente, os solos. A supressão da vegetação, pela ação humana, deixa o solo desnudo. Com isso, fatores naturais, como chuvas torrenciais e ventos, aumentam a degradação do solo e levam à erosão, sendo as primeiras evidências do processo de desertificação.

As áreas com terras altamente deterioradas ou em processo de desertificação se expandem a cada ano, especialmente com o crescimento populacional e o aumento da frequência/ intensidade das secas. É um círculo vicioso, que se retroalimenta. À medida em que ocorrem secas repetidas, de forma cada vez mais frequente, agrava-se a degradação das terras da Caatinga, em função do aumento das pressões humanas sobre os ecossistemas.

A desertificação é considerada um processo irreversível, impulsionado por fatores naturais, como temperatura, precipitação, perda de cobertura vegetal e fatores humanos, além da forma de uso da terra/mudança na cobertura do solo, industrialização e urbanização (BARBOSA, 2018). Dessa forma, secas e degradação ambiental são fatores associados, cujos impactos são potencializados pela ação humana, resultando em uma situação irreversível, que é a desertificação.

Isso não significa que as secas causam a desertificação. É claro que os ecossistemas semiáridos se tornam muito mais vulneráveis ao processo de degradação, durante as secas extremas. Mas se houver a gestão adequada dos recursos naturais, pelo menos as terras onde o nível de degradação é moderado, podem se recuperar, no período chuvoso. Porém, em razão da exploração intensiva dos recursos naturais, com práticas de manejo inadequado, os impactos das secas são amplificados, nas áreas degradadas.

Um estudo recente sobre desertificação no Semiárido de Alagoas, baseado em monitoramento por satélite, mostrou que, nas últimas décadas, houve mudanças significativas no uso e cobertura do solo desses municípios. As interferências antrópicas se deram principalmente pela conversão de áreas com cobertura de vegetação natural para solos agrícolas. Embora em algumas áreas a baixa cobertura vegetal se deva a fatores climáticos ou a outras influlências naturais, em muitos casos, indica a intensificação do processo de degradação das terras, causada pela ação humana, associada a fatores climáticos. É o caso do que ocorreu durante a “seca do século” (2011-2017), cujas proporções da seca extrema e uso intensivo da terra levou ao aumento do processo de desertificação, em áreas do Semiárido brasileiro (COSTA, 2021).

A análise realizada nos municípios alagoanos de Ouro Branco e Senador Rui Palmeiras, permitiu identificar que nem sempre a resposta da vegetação, em termos de crescimento, está associada ao aumento das chuvas e da umidade do solo no local. Em algumas áreas, não há uma forte correlação entre a precipitação e o aumento da umidade do solo, com os baixos índices de cobertura vegetal.

Ou seja, mesmo com chuvas significativas, a vegetação não se desenvolveu, nas áreas mais degradadas e propensas à desertificação (COSTA, 2021).

É justamente o crescente processo de degradação das terras que provoca a desertificação. A desertificação ocorre quando as terras já estão degradadas de forma grave ou muito grave, exaurindo a capacidade de recuperação dos ecossistemas, principalmente dos solos e da vegetação. A capacidade de resiliência da vegetação local depende de diferentes fatores, como tipos de solo, bem como da forma de uso e ocupação das terras. Quando falamos em resiliência, estamos nos referindo à capacidade de a vegetação se recuperar, após passar por situações de intenso estresse hídrico, como ocorreu durante a grande seca 2011-2017, que atingiu municípios do Semiárido brasileiro.

Um dos motivos para o aumento do processo de degradação das terras, na última década, foi quando ocorreu a chamada "seca do século". No Livro "Um século de secas" (BURITI; BARBOSA, 2018), buscou-se na história de 100 anos de secas no Semiárido brasileiro, incluindo a mais recente, de 2011-2017, evidências para compreender o processo de desertificação na região. Particularmente no ano de 2012, a Caatinga passou por um momento muito crítico, em seu processo de regeneração, em função não só do uso da terra – desmatamento, queimadas, superpastoreio etc. –, mas também da severidade climática natural.

Risco de ponto de não retorno da vegetação da Caatinga

Com o aumento na frequência e intensidade das secas, em razão da mudança climática, a capacidade de resposta da vegetação, para se recuperar de eventos extremos, será fundamental. Embora a caatinga seja uma vegetação xerófila, altamente adaptada à seca e às condições de semiaridez, as plantas nativas são vulneráveis ao processo de mudança do clima.

Pesquisas científicas têm chamado atenção sobre o ponto de não retorno da vegetação, em razão de danos fisiológicos deixados por secas repetidas, fazendo com que as plantas percam sua capacidade de se autorrecuperar. Uma deterioração relativamente pequena na disponibilidade de água pode fazer com que o ecossistema alcance um ponto crítico de irreversibilidade, conhecido como "*tipping-point*", causando uma flora e fauna empobrecida (ALLEN, 2009). Com o aumento dos eventos climáticos extremos, como secas severas e alta temperaturas, a vegetação nativa da Caatinga pode ter redução na sua capacidade de sobreviver.

Pesquisadores analisaram os efeitos de várias secas repetidas, no período de 1900 a 2018, sobre a resiliência de ecossistemas florestais. A pesquisa identificou situações nas quais a redução no crescimento das árvores foi maior em uma seca subsequente, de intensidade severa, mesmo que a seca anterior tenha sido moderada (ANDEREGG et. al., 2020). Essa maior vulnerabilidade da

vegetação pode estar associada à “memória” de antigas secas extremas, que acionou “gatilhos” de danos fisiológicos, deixados por secas do passado.

As secas múltiplas impactam na resiliência de ecossistemas florestais. Os impactos das secas subsequentes geralmente são mais deletérios do que as secas iniciais, no crescimento e na mortalidade de algumas árvores. Porém, esse efeito difere enormemente por tipo de árvore e ecossistema (ANDEREGG et. al., 2020).

Sob condições historicamente normais, a Caatinga frequentemente experimenta secas com duração de 7 a 11 meses. Mas em períodos extremos, essas secas se prolongam por vários anos. Cientistas alertam que essa variabilidade climática extrema faz com que muitas espécies de plantas da caatinga já operem em seus limites fisiológicos.

Embora a caatinga seja resistente a secas severas, seus ecossistemas têm sido fortemente degradados pela agropecuária, desmatamento, uso intensivo do solo e salinização. Esses fatores de degradação tornam a vegetação extremamente vulnerável aos eventos climáticos extremos. Os impactos de secas isoladas têm sido amplamente estudados em todo o mundo, mas pouco ainda se conhece sobre o quanto os ecossistemas conseguem se adaptar, ou se tornam mais vulneráveis, quando ocorrem repetidos eventos de seca.

Ainda existem dificuldades para se prever como, após uma seca severa, determinado ecossistema, como áreas de caatinga, se torna mais ou menos sensível ao próximo evento climático extremo. Isso depende da compreensão da capacidade de recuperação das plantas e dos ecossistemas, depois de submetidos a sucessivos processos fisiológicos de estresse hídrico.

Uma seca severa tem papel crítico na capacidade de recuperação da vegetação, depois que plantas e ecossistemas são submetidos a sucessivos processos fisiológicos de estresse hídrico. A seca excepcional no Semiárido brasileiro, que ocorreu no período 2011-2017, provavelmente deixou danos fisiológicos significativos na vegetação, influenciando na capacidade de recuperação dos ecossistemas, mesmo depois da chegada das chuvas. Mas esse é um assunto que ainda precisa ser pesquisado e aprofundado, bem como sua influência no processo de desertificação.

Mapeamento da desertificação a partir de dados de satélites

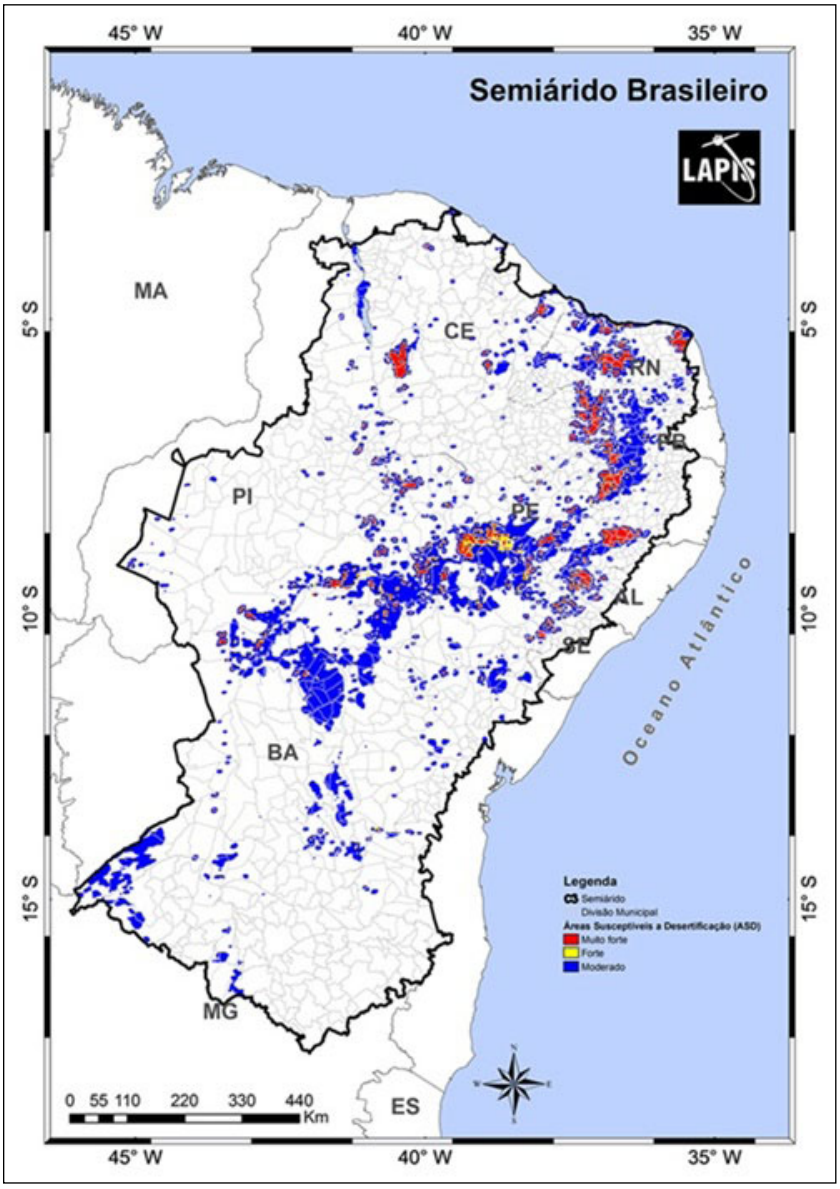
O mapeamento das áreas em processo de desertificação é fundamental à formulação de políticas, visando combater suas principais causas. Mas apesar da urgência de ações para combate à desertificação, existe uma lacuna muito grande de conhecimentos e dados confiáveis sobre esse complexo problema de deterioração ambiental no Brasil.

Dados de sensoriamento remoto, em particular obtidos a partir de satélites de observação da Terra, têm sido usados como ferramenta alternativa, para estudar a desertificação. Com a capacidade de fornecer melhorias espaciais e cobertura temporal, esses dados permitem a exploração da desertificação no local, para escala global, ao longo do tempo (BURITI; BARBOSA, 2018).

Desde 2015, houve um aumento no uso de técnicas de sensoriamento remoto e sua disponibilidade, para monitoramento das áreas afetadas pela desertificação. A China é o país com mais pesquisas sobre desertificação, usando sensoriamento remoto. Classificação e detecção de mudanças no uso da terra são os métodos mais utilizados para estudar a desertificação, usando sensoriamento remoto, sendo a cobertura e o uso do solo, bem como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), as variáveis mais utilizadas.

Em 2016, uma iniciativa pioneira do Laboratório Lapis lançou o primeiro mapa das áreas degradadas no Semiárido brasileiro. O estudo analisou a expansão da desertificação no Semiárido brasileiro, no período de 2007 a 2016. Para isso, foi desenvolvida uma nova metodologia, para classificação dos níveis de degradação, usando imagens de NDVI de longo prazo, baseada em dados do satélite Meteosat-10.

Na pesquisa inédita do Lapis, as áreas degradadas e em processo de desertificação foram identificadas, visando contribuir com o planejamento de políticas, em escala regional. A Figura 3 sintetiza os resultados do estudo, ao apresentar as áreas degradadas no Semiárido brasileiro, de acordo com o nível de deterioração das terras (muito grave, grave e moderada). A vantagem da pesquisa foi utilizar os mesmos critérios técnico-científicos de classificação, para identificar as áreas atingidas pelo processo de desertificação, em escala regional. Com isso, o mapeamento minimiza o problema das divergências institucionais, quanto à classificação dos municípios inseridos nos núcleos de desertificação, ao utilizar uma metodologia padronizada.



Fonte: Lapis.

Figura 3. Mapa das áreas degradadas no Semiárido brasileiro, em 2016.

Como resultado do estudo, concluiu-se que cerca de 25% do território do Nordeste brasileiro apresenta algum nível de degradação. Desse total, estima-se que 13% das terras já se transformaram em deserto. As áreas foram classificadas por estado, nas categorias de degradação moderada, grave ou muito grave.

O levantamento também identificou os níveis de degradação das terras, em relação às áreas totais de cada estado da região. Como o estudo foi realizado em 2016, tomou por base a delimitação do Semiárido brasileiro de 2005, vigente na época. As Tabelas 1 e 2 mostram a classificação do percentual de áreas degradadas por estado, de acordo com o nível de deterioração das terras estimado no estudo. Para o escopo deste artigo, apresentam-se apenas dados referentes às áreas que já estão desertificadas, ou seja, classificadas com nível de degradação grave ou muito grave.

Tabela 1. Áreas com níveis de degradação grave por estado (Porcentagem em relação à área total do estado).

Classificação	Estado	Área com degradação grave (%)
1º	AL	6,7%
2º	RN	5,2%
3º	SE	4,6%
4º	PE	4,0%
5º	PB	3,8%
6º	BA	1,7%
7º	CE	0,8%
8º	PI	0,5%
9º	MG	0,0%

Fonte: Lapis.

Tabela 2. Áreas com níveis de degradação muito grave por estado (Porcentagem em relação à área total do estado).

Classificação	Estado	Área com degradação muito grave (%)
1º	AL	10,3%
2º	RN	9,2%
3º	PB	7,1%
4º	PE	5,4%
5º	SE	3,9%
6º	CE	1,6%
7º	BA	1,4%
8º	PI	0,4%
9º	MG	0,0%

Fonte: Lapis.

A desertificação é um processo histórico, que depende de um conjunto de influências naturais e, principalmente, da ação humana. O levantamento feito pelo Lapis mostrou que, na última década, a forma de uso e ocupação da terra, bem como a severidade das secas, aceleraram o processo de degradação das terras na região. Áreas em torno dos chamados núcleos de desertificação, tiveram seu nível de degradação ampliado.

Monitoramento da desertificação a partir de imagens de alta resolução

Recentemente, uma nova tecnologia de sensoriamento remoto veio fortalecer as iniciativas de mapeamento das áreas degradadas e da desertificação, do Laboratório Lapis, com uso de dados da constelação de satélites PlanetScope.

Desde 2020, o Brasil passou a contar com esse sofisticado sistema de monitoramento por satélite, formada por mais de 175 nanossatélites. Pelo PlanetScope, são geradas imagens de satélites de alta resolução espacial, com capacidade de cobertura diária, de todo o território nacional (BURITI; BARBOSA, 2022).

As imagens do PlanetScope fazem parte de uma tecnologia de ponta, usada hoje pela Polícia Federal e demais instituições de segurança pública brasileiras, por meio do Programa Brasil M.A.I.S (Meio Ambiente Integrado e Seguro).

O Laboratório Lapis, no âmbito do Programa Brasil M.A.I.S, desenvolve metodologias para processamento e análise das imagens da constelação PlanetScope. A Figura 4 corresponde a uma dessas imagens de satélite e exemplifica o mapeamento da desertificação, usando essa alta tecnologia, no município de Cabrobó (PE). São áreas agrícolas que contrastam com o núcleo de desertificação daquele município.

Fonte: PlanetScope. Elaboração: Lapis.

Figura 4. Imagem da constelação PlanetScope mostra núcleo de desertificação em Cabrobó (PE).

O monitoramento por satélite, realizado pelo Laboratório Lapis, localizou o enorme contingente populacional afetado pela desertificação, no Brasil. De algum modo, essas pessoas já enfrentam consequências como: insegurança alimentar, em razão da redução na produção de alimentos e da perda da produtividade das terras, escassez hídrica, perda da biodiversidade, deslocamentos internos (migração), eventos climáticos extremos etc. O monitoramento sistemático do processo de degradação das terras é a etapa inicial para o planejamento de políticas de combate à desertificação.

Considerações finais

A degradação das terras e o aumento da desertificação na região semiárida brasileira estão entre os problemas ambientais considerados mais graves no Brasil. A perda da produtividade das terras, os impactos socioeconômicos e a irreversibilidade da desertificação são fatores que deveriam receber atenção especial, em termos de políticas públicas.

Em razão da convergência de vulnerabilidades que caracterizam os pequenos municípios do Semiárido brasileiro, há uma enorme dificuldade, no âmbito local, para empreender ações de combate à degradação das terras. Por isso, existe a necessidade urgente de um projeto nacional de adaptação às secas e à mudança climática, focado especialmente em ações para combater a expansão do processo de desertificação.

Diante disso, há dois fatores essenciais para uma melhor compreensão científica do processo de desertificação: 1) ampliar os territórios da Caatinga protegidos em unidades de conservação, que hoje é de apenas cerca de 1%. Essa proteção contribui para garantir a manutenção da diversidade das espécies da Caatinga; e 2) Considerar os atuais "núcleos de desertificação" como verdadeiros laboratórios para pesquisa científica, para o entendimento do que pode acontecer em futuro próximo, nas áreas suscetíveis à desertificação (ASD's), caso não haja ações para conter o processo de degradação das terras.

A desertificação tem uma gravidade extrema, pelo risco de transformar a região semiárida brasileira em um deserto. Por isso, é fundamental a retomada de políticas, em âmbito local, estadual e federal, para promover o manejo adequado dos recursos naturais e o uso sustentável das terras. Adotar políticas efetivas de adaptação à seca, incluídas em um plano de contingência aos seus impactos, também é um dos caminhos para desacelerar a desertificação no Brasil.

Referências

ALLEN, C. D. Climate-induced forest dieback: an escalating global phenomenon. In: **Unasylva**, v. 60, n. 231, 2009. p. 43-49.

ANDEREGG, William R. L. Divergent forest sensitivity to repeated extreme droughts. In: **Nature Climate Change**, v. 10, 2020. p. 1091–1095. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41558-020-00919-1>.

BARBOSA, H. A.; KUMAR, T. V. L. Influence of rainfall variability on the vegetation dynamics over Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 124, p. 377-387, 2016.

BURITI, Catarina de Oliveira; BARBOSA, H. A. **Um século de secas**. Lisboa-

Portugal, 2018. 454 p.

COSTA, L. E. dos S. **Avaliação do processo de desertificação nos municípios de Ouro Branco e Senador Rui Palmeira, no Semiárido alagoano, a partir de sensoriamento remoto**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. UFAL, 2021.

FERNANDES, F. S. Capacidade institucional: uma revisão de conceitos e programas federais de governo para o fortalecimento da administração pública. **Cad. EBAPE.BR**, v. 14, n 3, p. 695-704, jul./set. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 2016. 61 p.

IPCC. **Climate Change and Land**: an IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. August 2019.

IPCC. The Working Group II contribution was released on 28 February 2022. **Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2022.

MCBEAN, G.; RODGERS, C. Climate Hazards and Disasters: the need for capacity building. **Wiley Interdisciplinary Reviews**, v. 1, n. 6, p. 871-884, 2009.

MMA. **Atlas das áreas suscetíveis à desertificação do Brasil.** Brasília-DF: MMA, 2007.

PAN-BRASIL. **Programa Nacional de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação do Efeitos da Seca**. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. 2004.

PAREDES-TREJO, Franklin; BARBOSA, H. A.; GIOVANNETTONE, J.; KUMAR, T.V. Lakshmi; KUMAR-THAKUR, M.; BURITI, Catarina de Oliveira; UZCATEGUI-BRICENO, C. Drought Assessment in the São Francisco River Basin Using Satellite-Based and Ground-Based Indices. In: **Remote Sensing**, v. 13, p. 3921-3946, 2021a.

PAREDES-TREJO, F.; BARBOSA, H. A.; GIOVANNETTONE, J.; LAKSHMI KUMAR, T. V.; KUMAR-THAKUR, M.; BURITI, Catarina de Oliveira. Long-Term Spatiotemporal Variation of Droughts in the Amazon River Basin. In: **Water**, v. 13, p. 351-366, 2021b.

PAREYN, Frans; VIEIRA, José Luiz; GARIGLIO, Maria Auxiliadora. **Estatística florestal da Caatinga**. v. 2. Associação Plantas do Nordeste (APNE), agosto de 2015.

SÁ, Iêdo Bezerra. **Monitoramento e prevenção do processo de desertificação.** CGEE. Nota técnica. Petrolina (PE). CGEE e Embrapa Semiárido, 2007.

SAMPAIO, E. V. B.; SAPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, S. B.; SAMPAIO, G. R. **Desertificação no Brasil:** Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 202 p.

SILVA, N. P. N. et. al. Dinâmica espaço-temporal da vegetação no semi-árido de

Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 195-205, 2009.

SUDENE. Resolução CONDEL/SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021.

UNITED NATIONS. **United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa.** 1994.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. "Núcleos de Desertificação no Polígono das Secas". In: **Anais do ICB**. Recife-PE: Universidade Federal de Pernambuco, 1971, p. 69-73.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife, Editora Universitária, 2002. 127 p.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

A COMUNICAÇÃO E A PERCEPÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES E EMERGÊNCIAS: UMA ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELAS DIFERENTES MÍDIAS SOCIAIS

COMMUNICATION AND PERCEPTION OF DISASTER AND EMERGENCY RISKS: AN ANALYSIS OF THE IMPACTS GENERATED BY DIFFERENT SOCIAL MEDIA

Vera Lúcia Monteiro[1]
Roque Antônio de Moura[2]

Introdução

Atualmente as mídias sociais desempenham um importante papel para as comunicações, inclui-se aí as comunicações de riscos de desastres e emergências, pois equipes de resposta já utilizam as plataformas de mídia mais populares, para divulgar informações confiáveis, na confusão de um evento catastrófico em andamento (REUTER *et al*., 2017).

Como exemplo do papel atual das mídias, pode-se citar o cenário da pandemia do SARS-COV-2, onde diferentes mídias foram responsáveis por transmitir as notícias ao público (DA FONSECA *et al*.,2021).

No entanto, vale destacar que, ao mesmo tempo que informam, as mídias também influenciam a sua audiência e, algumas vezes, trazem notícias tendenciosas e até falsas (COLLINS *et al*., 2016).

As mídias sociais hoje são usadas em crises, desastres e emergências, porém é preciso estudar e examinar as atitudes e experiências dos participantes envolvidos no uso das redes, para identificar barreiras e desenvolver soluções. No entanto, poucos estudos põem foco na percepção de risco dos cidadãos (ALBUQUERQUE *et al*., 2015; REUTER *et al*., 2017).

Kasperson *et al*. (1988) citam a possibilidade de cada transmissor de informação alterar a mensagem original intensificando, enfraquecendo e/ou filtrando partes dela. As informações recebidas pelas diferentes mídias, principalmente a televisiva, exercem grande influência nos hábitos e costumes

1 Mestra na Área de Transportes pela UNICAMP. Professora da Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos e Pesquisadora do CEPED-SP/CEETEPS. E-mail: vera.monteiro@fatec.sp.gov.br.
2 Doutor em Engenharia Biomédica pela UMC e Mestre em Engenharia Mecânica – Projetos. Professor da Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos e Pesquisador do CEPED-SP/CEETEPS. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3036-7116. E-mail: roque.moura@fatec.sp.gov.br.

das pessoas, e com esse grande poder de influência, pode-se afirmar que as mídias têm um impacto importante na formação da opinião de uma população.

Para Martinez (1999), a função dos meios de comunicação é influenciar os receptores, e essa influência pode ser maior se o receptor não dispuser da totalidade das ferramentas para análise. Sendo assim, o ideal é utilizar-se de várias fontes de comunicação, de maneira a se obter diferentes visões, pois uma mesma notícia pode ser contada por diferentes vieses.

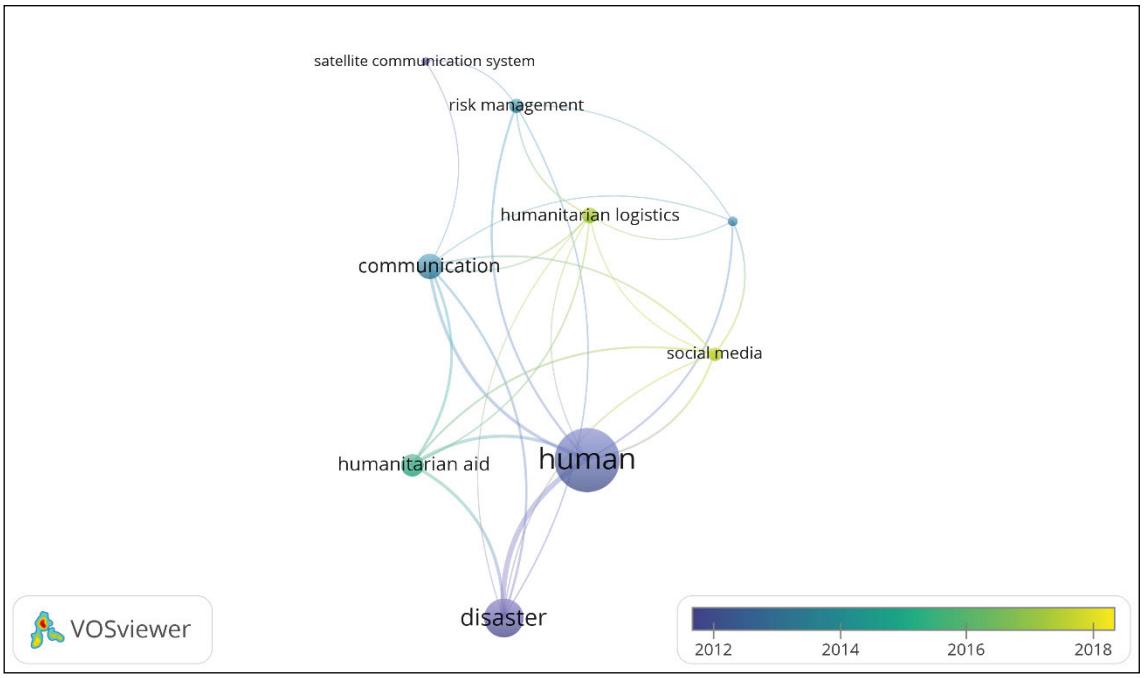
Este artigo, desenvolvido em âmbito do CEPED-SP (Centro de Estudos e Pesquisas sobre Desastres do Estado de São Paulo) e CEETEPS (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza), um convênio firmado entre o Centro Paula Souza e a Casa Militar, tem o objetivo de averiguar os efeitos que as diferentes fontes de informação podem ter sobre a percepção do risco de acidentes ou emergências, de forma a detectar qual é a mais assertiva e, assim, colaborar com as ações de comunicação da Defesa Civil Estadual.

Mídias sociais na comunicação de riscos

Quanto menor for o tempo decorrido entre receber uma informação, decidir e agir, maior será o tempo disponível para as ações de resposta, que permitirão o salvamento de um maior número de indivíduos em áreas de risco (MONTEIRO; GUIMARÃES; MOURA, 2021).

Atualmente, as mídias sociais são um recurso de grande potencial para facilitar a gestão de risco e atualizar o ecossistema em situações de crise, independente da sua origem ser natural ou provocada por ações humanas. Contudo, dentro da rede cibernética, muitas vezes considerada autônoma, o potencial das mídias sociais ainda é pouco explorado (ALBUQUERQUE *et al*., 2015).

Segundo Yoo *et al.* (2016), as mídias sociais facilitam a comunicação durante eventos de emergência. Também podem ser úteis para conscientização situacional e outros esforços humanitários de resposta a desastres, e se processadas de forma oportuna, real e eficaz, são essenciais para a redução do número de vítimas. Uma forma rápida de difusão das informações é fundamental para combater os níveis extremos de incerteza e complexidade que cercam as operações de socorro e de resgaste às vítimas. Contudo, conforme mostra a Figura 1, o papel das mídias sociais passou a ser objeto ostensivo de pesquisa e desenvolvimento no gerenciamento de riscos, somente a partir do ano de 2018.



Fonte: Eck e Waltman (2021).

Figura 1. Rede de correlação e palavras-chave em ano de publicações.

O trabalho de Reuter *et al.* (2017) ressalta que os aplicativos e tecnologias móveis são capazes de apoiar os esforços colaborativos de autoridades e cidadãos, antes, durante e depois de crises ou emergências, e ainda destaca o uso concreto das mídias sociais em eventos de desastre, como forma de apoio na resposta às crises.

Borges, Junior e Bitte (2020) afirmam que as publicações em mídias sociais vão além do simples compartilhar informações, pois também têm o potencial de conscientizar os usuários sobre diversas questões, influenciando assim suas atitudes.

Os aplicativos para celulares complementam o potencial das mídias, pois são muito úteis em situações emergenciais, já que os usuários conseguem passar informações rapidamente, por meio de seus dispositivos móveis (Figura 2). No entanto, em situações de desastre, nem sempre é fácil para as equipes de resposta coletar todas essas informações para obter a visão completa de que precisam para fornecer socorro eficaz. (VAHIDNIA; HOSSEINALI; SHAFIEI, 2020).

Fonte: https://pixabay.com/

Figura 2. Uso de aplicativos móveis e mídias sociais para divulgar informações.

Como os desastres são caracterizados por altos níveis de necessidade de informações e baixos níveis de disponibilidade de informações devido ao grande volume, alta velocidade e estrutura variada de conteúdo, as mídias sociais tornam-se um importante componente de auxílio, para transpor esse desafio. Evidências desta importância remontam aos diferentes eventos catastróficos dos últimos anos, como os incêndios florestais no sul da Califórnia em 2007, o terremoto no Haiti em 2010 e nas Filipinas em 2013, quando as mídias sociais permitiram que a população afetada publicasse oportunamente uma quantidade avassaladora de informações relacionadas ao desastre (ALBUQUERQUE *et al*., 2015).

O guia da OMS (2018), para políticas e práticas em comunicação de risco de emergência diz que a comunicação feita ao público pelas autoridades deve incluir informação explícita acerca das incertezas associadas aos eventos. Além disso, é importante que a informação fornecida seja consistente, e não contraditória, e seja apresentada de modo claro e fácil de compreender.

Uma boa comunicação de risco tem o potencial de construir a confiança do público, tendo por base uma comunicação honesta, clara, abrangente e oportuna. É importante, durante todos os estágios do gerenciamento de risco, coletar feedbacks sistematicamente da comunidade, a fim de verificar a percepção da população (OMS, 2018).

Em geral, pode-se dizer que a comunicação de risco bem-sucedida requer compreensão do público-alvo, incluindo os melhores meios para atingi-lo, ou

seja, uma fonte confiável e uma mensagem que, preferencialmente, tenha sido previamente testada, a fim de garantir sua eficácia. Vale destacar ainda, que uma boa comunicação de risco não pode ser vista isoladamente no processo amplo de análise e gestão de risco (AVEN, 2018).

Neste contexto das comunicações de risco, tendo o apoio das mídias sociais, recomenda-se que haja a construção de protocolos para serem seguidos, e desta forma, garantir uma comunicação eficaz e segura ao público-alvo, evitando as ambiguidades e erros (MONTEIRO; MOURA, 2020).

Di Giulio *et al.* (2013) alertam para o fato das notícias, às vezes, serem transmitidas ao público de forma controversa e incorreta, e que a gravidade dos eventos seja até ampliada num determinado momento.

Há a necessidade de um debate sério sobre comunicação de risco, em particular entre pesquisadores de meio ambiente, da saúde, entre outros, a fim de favorecer o diálogo e a parceria entre aqueles que avaliam os riscos e aqueles que convivem com eles, considerando especialmente, como as pessoas afetadas pensam, percebem e agem em relação aos riscos (DI GIULIO *et al.,* 2013).

A importância desse estudo reside no fato de que, a compreensão das percepções sociais das pessoas é crucial para o entendimento do comportamento individual, para ajustes na comunicação dos riscos e elaboração de estratégias de intervenção adequadas, de forma a prevenir os riscos de desastres (BEMPAH; ØYHUS, 2017).

Importante destacar as diferenças entre prevenção de danos e perdas, e prevenção de risco. A primeira tem caráter reativo e a segunda tem caráter preventivo, antes que o risco se instale, ou seja, que novos sistemas fiquem expostos aos desastres e seus efeitos (SAITO, 2018).

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012) enfatiza a prevenção dos riscos, e incentiva ações conjuntas, entre diferentes setores, com políticas públicas que envolvem a saúde, a educação, a assistência social, o uso e ocupação do solo etc., visando ações de prevenção de riscos. Sendo assim, compartilhar de forma rápida e precisa, informações sobre eventos em potencial, torna-se fundamental para uma gestão de riscos eficaz (MARTINS; SPINK, 2015).

Nesse sentido, a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) ampliou seus sistemas de alerta por curtas mensagens, o SMS (*Short Message Service*) alertando sobre os riscos de desastres conforme ilustra a Figura 3 (ANATEL, 2017).

Fonte: Anatel (2017).

Figura 3. Uso de mídia social para alertar sobre riscos de desastres.

Pesquisas sobre o uso das mídias sociais relacionadas à gestão de desastres concentram-se, predominantemente, na fase de resposta de curto prazo. Contudo as mídias sociais podem ser usadas para monitorar a situação de emergência e fornecer ao gestor de riscos a identificação das barreiras que obstruem o sucesso da missão humanitária. Nesse sentido, a falta de treinamento para gerenciar dados gerados por meio de mídias sociais, durante uma emergência, resulta em gestores que não entendem como esses dados podem ser úteis ao enfrentamento da emergência (ANSON *et al*., 2017).

A gestão das operações humanitárias durante os desastres é altamente complexa devido à extrema incerteza e à diversidade dos envolvidos no evento. Assim, coletar e compartilhar informações oportunas é fundamental para desenvolver uma compreensão das condições existentes e coordenar uma ação humanitária de sucesso (YOO *et al*., 2016).

A rápida difusão de informações sobre as condições nas comunidades afetadas, para as organizações humanitárias e entre as partes interessadas, fomenta uma maior colaboração entre os envolvidos. Em tempos de crise, é fundamental reunir e compartilhar informações rapidamente, mas atingir esse objetivo tem sido difícil por razões que incluem uma restrita difusão de informações relevantes durante os eventos de desastre. A velocidade de difusão da informação nas redes sociais, durante um desastre, também depende do momento em que ela é compartilhada, haja vista que, informações postadas

no início de um evento tem velocidade significativamente maior das que são postadas mais tarde ou mesmo durante o desastre (YOO *et al*., 2016).

Percepção de risco

Pesquisas sobre percepção e comunicação de risco demonstraram que compreender o risco requer mais do que informar e educar as pessoas sobre a possibilidade de estes ocorrerem. As estimativas não são suficientes para que os leigos entendam o risco de acordo com as expectativas dos estudiosos. É ainda mais difícil afetar o comportamento das pessoas, pois sabe-se que as percepções de risco das pessoas e as decisões relacionadas a estas, são afetadas por vários fatores e por sentimentos, conforme ilustra a Figura 4 (AVEN, 2018).

Fonte: https://pixabay.com/

Figura 4. Percepção Humana.

As percepções das pessoas sobre os fenômenos naturais, espirituais e sociais são socialmente construídas. A percepção social é importante porque ajuda as pessoas a entender o mundo físico e social e a interagir com ele. Pesquisas especializadas no estudo do comportamento humano enfatizaram uma ligação entre as percepções das pessoas e seu comportamento. A percepção dos perigos é subjetiva porque o risco associado a um perigo em particular pode diferir dentro e entre comunidades, dependendo da dinâmica socioeconômica dos envolvidos (BEMPAH; ØYHUS, 2017).

Conforme Slovic *et al.* (2004), a percepção de risco é uma avaliação subjetiva da probabilidade de um tipo específico de acidente acontecer, e como estamos preocupados com as consequências.

O trabalho de Iwama (2014) destaca que a percepção de riscos é maior conforme exista mais vivência com o problema, por exemplo, as pessoas que residem em áreas de risco de inundação, onde os efeitos das chuvas intensas são sentidos de forma mais preocupante.

Abreu, Zanella e Medeiros (2016) corroboram esse fato informando que a percepção das pessoas sobre os riscos depende de diversos fatores, que levam a diferentes formas de se perceber os riscos, e assim como exemplo, uma pessoa que perdeu um familiar devido a uma ocorrência, terá maior percepção dos riscos que a rodeiam e provavelmente tomará ações preventivas para evitá-los.

Confirmando esse dado, a pesquisa de Ren *et al.* (2016) concluiu que existe uma relação estatística significativa entre o conhecimento e a percepção de risco, o que indica a necessidade de uma eficaz comunicação, bem como o envolvimento do público em todo o processo de gestão dos riscos.

Em diferentes modelos teóricos, de estudos relacionados à percepção de risco e comportamento de risco, o conhecimento é parte integrante do modelo (SLOVIC *et al*., 2004).

As teorias modernas da psicologia cognitiva indicam que existem duas maneiras fundamentais pelas quais os seres humanos compreendem o risco:
a) O sistema analítico que utiliza regras normativas, como cálculo de probabilidade, lógica formal e avaliação de risco, sendo relativamente lento, trabalhoso e requer controle consciente;
b) O sistema experiencial que é intuitivo, rápido, mais automático e pouco acessível à percepção consciente.

Segundo Slovic *et al.* (2004), o sistema experiencial permitiu que os seres humanos sobrevivessem durante seu longo período de evolução e continua sendo hoje a maneira mais natural e comum de responder ao risco. Baseia-se em imagens e associações, ligadas pela experiência à emoção e ao afeto. Este sistema representa o risco como um sentimento que nos diz se é seguro andar por um lugar escuro ou beber uma água de cheiro estranho. Os apoiadores da análise formal de risco tendem a ver as respostas afetivas ao risco como irracionais, mas a ciência atualmente contesta essa visão.

O sistema racional e o experiencial operam em paralelo e cada um depende do outro para uma melhor orientação, demonstrando que o raciocínio analítico não pode ser eficaz a menos que seja guiado pela emoção e pelo afeto (SLOVIC *et al*., 2004).

Renn e Rohrmann (2000) desenvolveram um modelo de percepção de risco no qual integram fatores psicológicos, sociais e culturais. Nesse modelo, o conhecimento, que é influenciado por fatores culturais e sociais, afeta o processamento heurístico da informação que fundamenta os julgamentos sobre os riscos.

O conhecimento pode reduzir o medo porque as pessoas se familiarizam mais com o risco. Por outro lado, a frequência com que o perigo ocorre, bem como as suas consequências, podem intensificar a percepção dos riscos (RENN; ROHRMANN, 2000).

Marandola Jr. e Modesto (2012) defendem que há a necessidade de primeiro compreender a percepção das pessoas sobre os perigos que aparecem em suas experiências para, somente depois, pensar a dimensão dos riscos envolvidos.

Crenças locais têm se mostrado um importante elemento da percepção social. As crenças religiosas e as experiências das pessoas que vivem em certas comunidades fazem com que as causas de desastres naturais, muitas vezes, sejam atribuídas a fatores externos como 'Deus', dificultando a colaboração desses indivíduos nas ações de prevenção e mitigação (BEMPAH; ØYHUS, 2017).

Assim, infere-se que as estratégias de mitigação dos riscos devem levar em consideração as percepções da comunidade local, que podem ser baseadas em vivências, conhecimento das vítimas, estudos, jornais e relatórios, para um melhor planejamento e envolvimento, frente ao objetivo de buscar a melhor e mais ágil forma de comunicação com as comunidades em áreas de risco. (CHACOWRY, 2016).

Quando ocorre desastre, deve-se tomar decisões rapidamente com base na imagem mais completa da situação que se possa obter. Assim, dados processados pela rede social podem ser usados para produzir informações em organizações humanitárias atendendo às necessidades de previsibilidade e/ou melhor planejamento para socorristas e menor sofrimento para as vítimas (VIEWEG; CASTILLO; IMRAN, 2014).

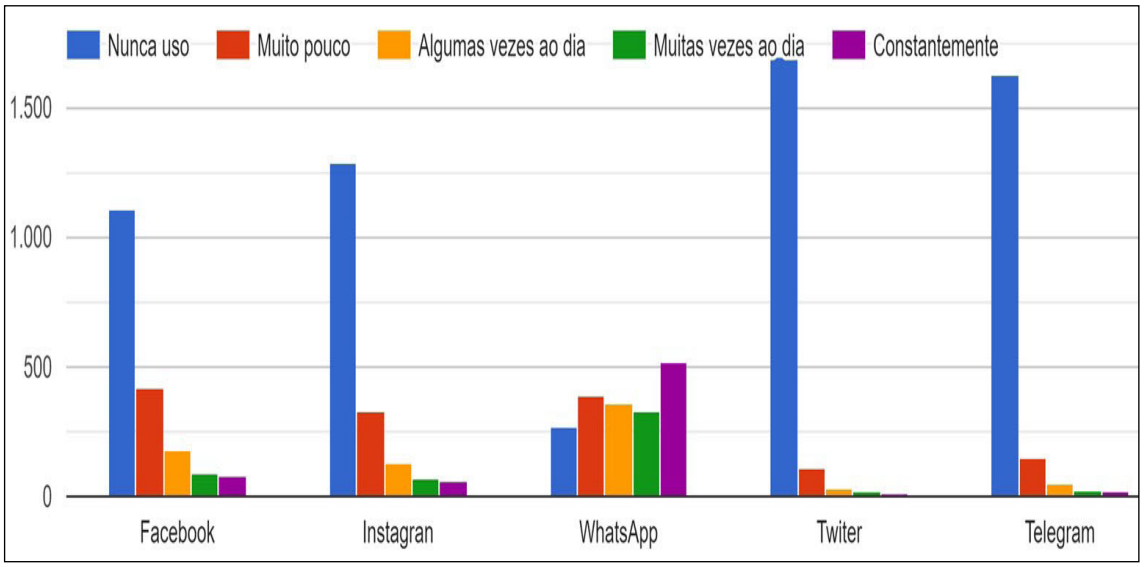
Impacto das mídias na percepção de risco de Cidadãos do Estado de São Paulo

Um estudo realizado em âmbito do CEPED-SP/CEETEPS, contou com 503 municípios do Estado de São Paulo, com mais de 5.000 habitantes, onde indivíduos aleatórios da região responderam questões fechadas, com o objetivo de avaliar como as diferentes mídias impactam na percepção de riscos dos cidadãos do estado, de forma a detectar o meio mais assertivo para a comunicação entre os agentes responsáveis pelos alertas e as comunidades em áreas de risco.

Para uma população de 46.289.333 habitantes no estado (DOU, 2020), obteve-se uma amostra de 1.869 indivíduos, satisfazendo grau de confiança de 99% e 3% de erro amostral. Aproximadamente 94% dos respondentes, tinham idade entre 21 e 60 anos, o que corresponde a uma faixa etária que, na maior parte das vezes, usa mídias sociais para se informar, pesquisar, comprar e se comunicar.

Por meio das respostas obtidas na pesquisa, foi possível apurar que o *WhatsApp* é a mídia mais utilizada pelos cidadãos do estado, com a preferência de 54,5% dos respondentes, conforme ilustrado pelo Gráfico 1.

Gráfico 1. Frequência de uso de cada mídia social para se informar e compartilhar notícias.



Fonte: Monteiro *et al.* (2021).

A maioria dos respondentes usam mídias para se informar ou compartilhar informações, inclusive sobre desastres. Quando verificadas as mídias tradicionais, como o rádio, tv, sites de notícias e as mídias impressas, os respondentes as consideraram mais confiáveis para buscar informações sobre perigo, riscos e outros eventos de desastre, que estão ou podem acontecer próximo da residência, como por exemplo, monitoramento de barragens ou represas (MONTEIRO *et al.,* 2021).

Os respondentes também disseram que usariam aplicativos para dispositivos móveis para receber, buscar, compartilhar e ajudar em situações de desastres e emergências e nessa linha, um aplicativo para comunicação sobre riscos de desastres foi desenvolvido, em âmbito do CEPED-SP/CEETEPS, e colocado em teste no município de Campos do Jordão, em dezembro de 2020 (MONTEIRO; GUIMARÃES; MOURA, 2021).

Evidências sugerem que os indivíduos alocados em locais que são geograficamente vulneráveis aos desastres, compartilham informações nas redes de mídia social de forma diferente do que os indivíduos localizados em áreas não afetadas, ou seja, os indivíduos em locais de riscos são mais propensos a contribuir com informações durante uma crise humanitária e são menos propensos a propagar notícias falsas, duvidosas ou preocupantes (YOO *et al*., 2016).

Usuários locais que participam em redes de troca de informações melhoram a taxa de difusão nas redes sociais, mantendo a comunidade atualizada a respeito dos assuntos relacionados aos riscos de desastres (YOO *et al*., 2016).

Considerações Finais

É incontestável que a comunicação rápida e assertiva é fator crítico para o sucesso das ações de proteção e defesa civil, e que o uso das tecnologias de comunicação e da colaboração digital são importantes meios para apoiar os profissionais responsáveis pelo gerenciamento de eventos de desastres.

Entretanto, é preciso observar que, a credibilidade e o rigor exigidos do agente emissor da informação devem ser sempre balanceados com a percepção e o senso comum dos receptores, pois a percepção dos riscos é diferente para cada indivíduo, o que influencia a resposta comportamental, em apoio às estratégias de mitigação dos desastres.

Sendo a percepção de risco subjetiva, de natureza social, e impregnada por valores, crenças e sentimentos, ela influencia a forma das pessoas entenderem os riscos ou as fontes dos prováveis riscos. Assim, as estratégias para mitigação dos riscos, com o apoio das populações, devem integrar a razão e a emoção, pois somente unindo esses dois processos, será possível uma tomada de decisão racional e uma eficaz gestão dos riscos.

Ainda são poucos os estudos envolvendo a percepção de riscos de desastres, então espera-se que essa pesquisa contribua com o tema e instigue outros estudiosos a investigá-lo mais profundamente, com o desafio de elaborar estratégias que envolvam a percepção das populações, a fim de incrementar a eficácia das ações de prevenção e mitigação dos riscos de desastres nas sociedades.

Referências

ABREU, N. J. A.; ZANELLA, M. E.; MEDEIROS, M. D. O Papel da Educação Ambiental no Desenvolvimento da Percepção dos Riscos de Inundações e Prevenção de Acidentes e Desastres Naturais. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA),** v. 11, n. 1, p. 97-107, 2016.

ALBUQUERQUE, J. P.; HERFORT, B.; BRENNING, A.; ZIPF, A. A geographic approach for combining social media and authoritative data towards identifying useful information for disaster management. **International journal of geographical information science**, v. 29, n. 4, p. 667-689, 2015.

ANATEL. Agência Nacional de Telecomunicações. **Todas as operadoras**. Aviso com alerta por SMS. Disponível em: <https://www.minhaoperadora.com.br/2017/09/brasileiros-receberao-alerta-de-desastres-naturais-pelo-celular.html>. Acesso em 14.jan.2022.

ANSON, S., WATSON, H., WADHWA, K., METZ, K. Analysing social media data for disaster preparedness: Understanding the opportunities and barriers faced by

humanitarian actors. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 21, p. 131–139, 2017.

AVEN, T. Perspectives on the nexus between good risk communication and high scientific risk analysis quality. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 178, p. 290-296, 2018.

BEMPAH, S. A.; ØYHUS, A. O. The role of social perception in disaster risk reduction: Beliefs, perception, and attitudes regarding flood disasters in communities along the Volta River, Ghana. **International journal of disaster risk reduction**, v. 23, p. 104-108, 2017.

BORGES, A.; JUNIOR, A. M.; BITTE, M. F. Uma pesquisa sobre a influência das mídias sociais na atitude pró-sustentável. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, p. 868-887, 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.608,** de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF: Poder Executivo, 2012.

CHACOWRY, A. Public perceptions of living with flood risk from midia coverage in the small island developing state of Mauritius. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 19, pp. 303–310, 2016.

COLLINS, M., NEVILLE, K., HYNES, W., MADDEN, M. Communication in a disaster - the development of a crisis communication tool within the S-HELP project. **Journal of Decision Systems**, v. 25, p. 160–170, 2016.

DA FONSECA, M. N.; FERENTZ, L. M. S., COBRE, A. F., MOMADE, D. R. O.; GARCIAS, C. M. Avaliação do nível de percepção dos riscos de infecção pelo SARS-CoV-2 e da acessibilidade a informações sobre a Covid-19 no Brasil. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 15, n. 2, 2021.

DI GIULIO, G. M., FIGUEIREDO, B. R., FERREIRA, L. C., MACNAGHTEN, P., MAÑAY, N., DOS ANJOS, J. Â. S. A. Participative risk communication as an important tool in medical geology studies. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 131, p. 37-44, 2013.

DOU Diário Oficial da União. Publicado no D.O.U. de 27 de agosto de 2020.

ECK, N. J. V.; WALTMAN, L. (2021). **Vosviewer.** VOSviewer: Visualizing a cientific landscapes. Disponível em: <https://www.vosviewer.com/>. Acesso em 14.jan.2022.

IWAMA, A. Y. **Riscos e Vulnerabilidades às Mudanças Climáticas e**

Ambientais: Análise Multiescalar na Zona Costeira de São Paulo – Brasil. 353 f. Tese (doutorado) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

KASPERSON, R. E.; RENN, O.; SLOVIC, P; BROWN, H. S.; EMEL, J.; GOBLE, R.; KASPERSON, J. X.; RATICK, S. The social amplification of risk: A conceptual framework. **Risk Analysis,** v. 8, n. 2, p. 177-187, 1988.

MARANDOLA JR, E.; MODESTO, F. Percepção dos perigos ambientais urbanos e os efeitos de lugar na relação população-ambiente. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 29, n. 1, p. 7-35, 2012.

MARTINEZ, F. S.. Os meios de comunicação. Brasília: In: **Ministério da Educação Medianamente! Televisão, cultura e educação**, 1999.

MARTINS, M. H. da M.; SPINK, M. J. P. O uso de tecnologias de comunicação de riscos de desastres como prática preventiva em saúde. **Interface** (Botucatu), v. 19, n. 54, p. 503-514, 2015.

MONTEIRO, V.L.; GUIMARÃES, M. V.; MOURA, R. A. Desenvolvimento de Aplicativo para Dispositivos Móveis, para Comunicação com Moradores. **Revista EduFatec: educação, tecnologia e gestão**, v.1, n.4, p.158-172, 2021.

MONTEIRO, V.L.; MOURA, R. A. A importância das comunicações e o papel das tecnologias da informação na Gestão de Riscos de Desastres. *In*: MAGNONI JUNIOR, L.; DE FREITAS, C. M.; LOPES, E. S. S.; CASTRO, G. R. B.; BARBOSA, H. A.; LONDE, L. R.; MAGNONI, M. da G. M.; SILVA, R. S.; TEIXEIRA, T. e FIGUEIREDO, W. dos S.(org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano.** 2. ed. São Paulo: CPS, 2020. p. 550-559.

MONTEIRO, V. L., DA CRUZ, P. A.; ARANTES, R. E.; MOURA, R. A. Importância das Mídias Sociais em Crises, Desastres e Emergências e Seus Efeitos na Percepção de Riscos dos Cidadãos de uma Localidade. **CIMATech**, v. 1, n. 8, p. 90-99, 2021.

OMS (Organização Mundial Da Saúde), 2018. **Comunicação de riscos em emergencias de saúde puplica; um guia da oms para políticas e práticas em comunicação de risco de emergência** - Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259807/9789248550201-por.pdf?ua=1>. Acesso em : 23 de Agosto 2020.

RENN, O.; ROHRMANN, B. (Ed.). **Cross-cultural risk perception:** a survey of empirical studies. Springer Science & Business Media, 2000.

REN, X., CHE, Y., YANG, K., TAO, Y. Risk perception and public acceptance toward a highly protested Waste-to-Energy facility. **Waste management**, v. 48, p. 528-539, 2016.

REUTER, C.; KAUFHOLD, M. A.; SPIELHOFER, T.; HAHNE, A. S. Social media in emergencies: A representative study on citizens' perception in Germany.

Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 2017. v. 1, n. CSCW, Article 90, p. 90 - 90:19.

SAITO, S. M. Vulnerabilidades no contexto de sistemas de alerta de risco de desastres. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, p. 618-630, 2018.

SLOVIC, P., FINUCANE, M. L., PETERS, E., MACGREGOR, D. G. Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality. **Risk Analysis:** An International Journal, v. 24, n. 2, p. 311-322, 2004.

VIEWEG, S., CASTILLO, C., IMRAN, M. Integrating social media communications into the rapid assessment of sudden onset disasters. In: **International Conference on Social Informatics**. Springer, Cham, p. 444-461, 2014.

YOO, E., RAND, W., EFTEKHAR, M., RABINOVICH, E. Evaluating information diffusion speed and its determinants in social media networks during humanitarian crises. **Journal of Operations Management**, v. 45, p. 123–133, 2016.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

O ÍNDICE DE CONECTIVIDADE HIDROSSEDIMENTOLÓGICA: UMA FERRAMENTA AUXILIAR NA GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS

THE INDEX OF HYDROSEDIMENTOLOGICAL CONNECTIVITY: AN AUXILIARY TOOL IN NATURAL DISASTER RISK MANAGEMENT

Franciele Zanandrea[1]
Bruno Henrique Abatti[2]
Leonardo Rodolfo Paul[3]
Masato Kobiyama[4]
Gean Paulo Michel[5]

Introdução

A paisagem é um dos objetos principais da geografia. Quando observada por um curto período, ela pode parecer estática, mas, ao longo de escalas temporais maiores, caso pudéssemos observar, paisagens, especialmente montanhas, se modificam drasticamente de maneira que parecem estar fluindo. Diversos processos modificam a morfologia da paisagem em diferentes escalas temporais e espaciais. Há um grande e complexo conjunto de elementos que pode influenciar a dinâmica da evolução da paisagem, que envolve aspectos químicos, físicos, biológicos e antrópicos. Por conta disso, compreender como a paisagem evolui é um grande desafio científico.

A transferência de sedimentos é um dos principais processos envolvidos na evolução da paisagem. Tal processo pode se dar por diferentes agentes, como vento, água, atividades dos organismos e movimentos tectônicos. Diferentes ciências estudam cada um desses processos, por vezes individualmente, mas a sobreposição de algumas delas dá origem a novas áreas do conhecimento. A coalescência dos objetos de estudo de três ciências, a geomorfologia, a hidrologia e a sedimentologia, estabelece conceitos como a conectividade hidrossedimentológica (ZANANDREA; KOBIYAMA; MICHEL, 2017).

1 Professora, Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente, Universidade Federal Fluminense (UFF), e Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4797-1379. E-mail:franciele.zanan@gmail.com.
2 Doutorando, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0973-4783. E-mail: bruno.abatti@gmail.com.
3 Doutorando, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5104-5944. E-mail: leonardorpaul@gmail.com.
4 Professor, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0615-9867. E-mail: masato.kobiyama@ufrgs.br.
5 Professor, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7857-1941. E-mail: gean.michel@ufrgs.br.

A conectividade hidrossedimentológica procura compreender os processos oriundos da interação entre água, sedimentos e aspectos morfológicos do ambiente em diferentes escalas espaciais e temporais. A interação entre as formas de relevo, eventos climáticos e processos hidrossedimentológicos controla padrões de elevação, erosão, transporte e sedimentação ao longo da bacia hidrográfica. Em outras palavras, os componentes estruturais de uma região (como a morfologia, por exemplo) conduzem os processos (agentes) que os operam e vice-versa. Essa dinâmica é uma relação simultânea de escultor e matéria esculpida, na qual interagem e se modificam constantemente ao longo do tempo.

A conectividade hidrossedimentológica pode ser uma ferramenta para investigar quais são os processos chaves na dinâmica de transferência de sedimento e água na bacia, especialmente a partir da representação de limiares de conexão entre elementos da paisagem e caracterização das rotas de transporte de matéria ao longo do espaço e tempo. Esforços recentes da comunidade científica buscam compreender os aspectos físicos inerentes à conectividade, com intuito de quantificá-la e de utilizar o conceito como uma característica do sistema ao invés de um conceito exclusivamente empírico.

Atualmente, a conectividade é comumente abordada por meio de índices (WOHL et al., 2019). Os índices de conectividade procuram informar quantitativamente o grau de ligação entre diferentes compartimentos da paisagem relativos ao transporte de sedimentos. Dentre os índices existentes, o índice de conectividade hidrossedimentológica *(IHC*) é capaz de avaliar aspectos estruturais (morfologia) e funcionais (efeito de escoamento superficial, por exemplo) de maneira conjunta.

Como a conectividade hidrossedimentológica traz conhecimentos acerca da dinâmica de sedimentos, é um conceito que pode ser útil na gestão de risco de desastres provocados por eventos extremos de transporte de sedimentos, como os movimentos de massa. Os movimentos de massa são deslocamentos de matéria regidos principalmente pela força da gravidade. Dentro desse grupo, existem os escorregamentos de terra e os fluxos de detritos, que podem mobilizar grandes volumes de sedimentos e causar diversos impactos negativos à sociedade. No Brasil, esses eventos são usualmente deflagrados por precipitações extremas. Um exemplo desse tipo de desastre ocorreu recentemente em Santa Catarina (dezembro de 2020) e foi relatado por Michel et al. (2021).

O *IHC* aborda a transferência de sedimentos em eventos de diferentes magnitudes. Portanto, pode ser utilizado antes ou após a ocorrência de movimentos de massa para embasar, preliminarmente, o mapeamento das áreas perigosas e identificar regiões de interesse para a implementação de estruturas mitigadoras. Assim sendo, o objetivo deste capítulo é explorar o potencial da conectividade hidrossedimentológica como ferramenta de apoio à gestão de risco de desastres.

Contextualização

A hidrossedimentologia estuda as interações da água e dos sedimentos baseada nos pilares da hidrologia e da sedimentologia, temas muito estudados na geografia física. Os processos hidrológicos influenciam diretamente na dinâmica de sedimentos, que interfere na formação e evolução das vertentes e canais, que, por sua vez, condicionam processos hidrológicos, como o escoamento. Isso é exemplificado por Okunishi (1994) ao relatar que o fluxo de água sobre uma superfície natural provoca a movimentação das partículas de sedimentos e, consequentemente, alterações na topografia e rugosidade do terreno, que, por sua vez, controlam as características do fluxo de água. Resumindo, o processo modifica a forma que, por sua vez, condiciona o processo (GOERL et al., 2012).

O conceito de hidrossedimentologia é definido por Zanandrea, Kobiyama e Michel (2017) como a ciência que estuda a interação entre processos hidrológicos e processos sedimentológicos (desagregação, transporte e deposição de sedimentos) na bacia hidrográfica em diferentes escalas temporais e espaciais. A influência dessa interação na formação e evolução da paisagem e, consequentemente, nos processos hidrológicos é o que Goerl et al. (2012) definem como hidrogeomorfologia. Ambas as ciências estão relacionadas, pois os sedimentos e a água, foco da hidrossedimentologia, são os principais fatores que modificam a paisagem, foco da hidrogeomorfologia. No entanto, essas ciências se diferem no objeto de análise; enquanto a hidrossedimentologia centra o olhar nos processos, a hidrogeomorfologia foca na paisagem. As análises das relações entre paisagens e modelos de fluxos biofísicos estão no cerne da tradição geográfica em geomorfologia (BRIERLEY; FRYIRS; JAIN, 2006).

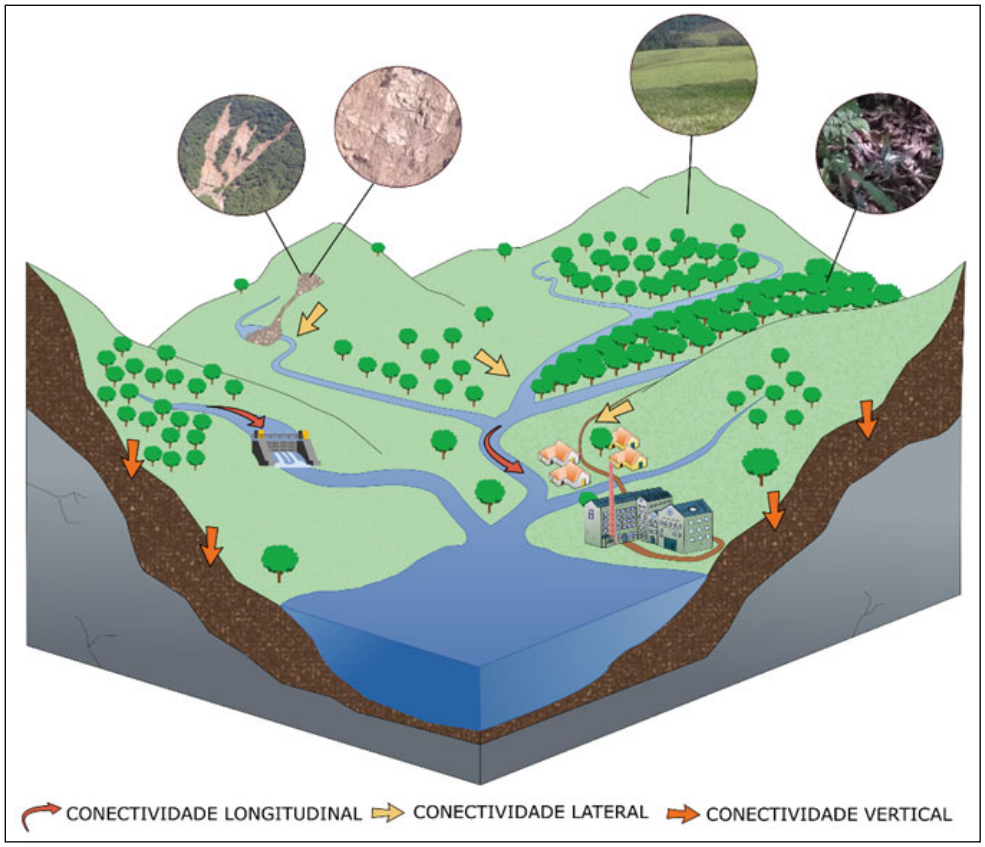
Os desastres naturais relacionados à água e aos sedimentos, como inundações e movimentos de massa, respectivamente, em uma bacia hidrográfica, dependem diretamente da dinâmica hidrossedimentológica e hidrogeomorfológica na mesma. Os processos hidrossedimentológicos em uma bacia hidrográfica são muito complexos e envolvem diversos fenômenos, que vão desde a erosão de pequenas partículas de solo e rochas até grandes movimentos de massa. Esses processos abrangem também o transporte e a deposição desse material nas calhas dos rios, lagos e reservatórios, encostas, entre outros (CARVALHO, 2008). O entendimento desses processos auxilia na identificação do alcance dos sedimentos dentro da bacia hidrográfica, bem como seus caminhos na encosta, o que pode ser útil na identificação de rotas de fluxos de detritos, por exemplo.

Uma maneira de avaliar espacialmente a dinâmica de sedimentos se dá por meio de graus de conectividade na bacia que controla a chegada dos sedimentos em locais a jusante, definida a partir das características hidrogeomorfológicas e

hidrossedimentológicas. A conectividade descreve o nível em que um sistema facilita a transferência de material (e.g. sedimento) em todos os componentes da paisagem, como encostas e redes fluviais. Quando a transferência dos sedimentos ocorre tendo a água como vetor, podemos chamar de Conectividade Hidrossedimentológica. Assim, Zanandrea, Kobiyama e Michel (2017) definiram a conectividade hidrossedimentológica como a transferência integrada de sedimentos por toda a bacia, de qualquer fonte possível para determinado ponto de controle, em um sistema em que o vetor de transporte é a água.

Os processos que determinam a conectividade hidrossedimentológica estão relacionados com a interação da estrutura geomorfológica da paisagem (BORSELLI; CASSI; TORRI, 2008; CAVALLI et al., 2013) e dos componentes da conexão, como o fluxo de energia e o vetor de transporte. Tais processos dependem também do tipo de material, controlando o comportamento do fluxo de sedimentos (PRESTON; SCHMIDT, 2003; BRACKEN et al., 2013; BRACKEN et al., 2015). De acordo com Mahoney, Fox e Aamery (2018), a (des)conectividade ocorre na bacia hidrográfica em todos os níveis morfológicos, incluindo microtopografia de superfícies onduladas de baixa energia; voçorocas, ravinas e cicatrizes de escorregamentos, sendo apenas ativas em eventos pluviométricos de alta magnitude; e planícies de inundação, que desconectam as encostas do canal.

A cobertura do solo também influencia a (des)conectividade da bacia. Persichillo et al. (2018) e Zanandrea, Michel e Kobiyama (2020a) apresentam o papel da cobertura vegetal nas encostas como zonas de retenção de sedimentos que podem causar desconexão entre uma fonte de sedimentos e o exutório da bacia. Além da paisagem natural, alterações antrópicas, como mudanças no uso do solo, construção de barragens, entre outras alterações causadas pelos usos humanos, podem influenciar na conectividade hidrossedimentológica. Relações da paisagem natural e de alterações antrópicas com a conectividade hidrossedimentológica da bacia hidrográfica são apresentadas na Figura 1.



Fonte: Zanandrea et al. (2020b).

Figura 1. Dimensões, componentes e características da conectividade hidrossedimentológica.

A Figura 1 também apresenta as dimensões da conectividade, que podem ser divididas em três tipos: (i) **Conectividade Longitudinal,** que ocorre ao longo da rede de canais por meio de suas relações de fluxo de trechos mais altos para os mais baixos e afluentes com o canal principal, refletindo a capacidade da drenagem na transferência de sedimentos; (ii) A **Conectividade Lateral**, também chamada de Transversal, refere-se à interação entre a rede de canais e a paisagem, incluindo a relação encosta-canal e planície de inundação-canal, controladas pela frequência e magnitude dos eventos de inundação e erosão (escorregamentos e fluxos de detritos); e (iii) a **Conectividade Vertical,** que se refere às interações químicas, biológicas e hidrológicas entre superfície, subsuperfície e subsolo, controladas pelas características da superfície e do solo.

Outra importante classificação da conectividade refere-se às componentes **funcionais** e **estruturais**. A ligação entre os elementos da paisagem, ocasionada pelo escoamento superficial e subsuperficial, refere-se à componente funcional da conectividade, o que determina a conectividade real dos sedimentos, definindo os limiares para que ocorra a conexão entre os compartimentos da bacia. Já a componente estrutural representa o potencial de transferência, e está relacionada à estrutura da paisagem determinada pelo caminho (continuidade), comprimento

da encosta e impedância (resistência) ao fluxo (BRAKEN et al., 2013). A configuração espacial dos elementos do sistema representa a conectividade estrutural, enquanto a conectividade funcional é inferida a partir da dinâmica dos processos (e.g. transferência de água e sedimentos) (WAINWRIGHT et al., 2011; HECKMANN et al., 2018), trazendo o aspecto temporal da conectividade hidrossedimentológica. Grande parte das metodologias avalia a conectividade dos sedimentos somente a partir de aspectos estruturais (geomorfológicos) que distribuem no espaço as relações entre os componentes do sistema, o que poderíamos tratar como a conectividade potencial do ambiente. No entanto, para obter a conectividade real dos sedimentos são necessárias abordagens utilizando também aspectos funcionais (hidrossedimentológicos) que trazem a dependência temporal da conectividade (BRACKEN et al., 2013; BRACKEN et al., 2015; HECKMANN et al., 2018).

A disponibilidade de sedimentos e a capacidade de distribuição ao longo da bacia hidrográfica desempenham um papel importante na avaliação dos fluxos de detritos ou dos fluxo hiperconcentrado ou de inundações bruscas com alta concentração de sedimentos e detritos, principalmente em áreas de risco (TORRESANI; D'AGOSTINO; PITON, 2021). De tal modo, a conectividade hidrossedimentológica é um conceito importante para entender melhor os processos que ocorrem na bacia hidrográfica, afetando a dinâmica da água e dos sedimentos em diferentes escalas temporais e espaciais.

A análise da conectividade dos sedimentos tem frequentemente adotado índices espaciais que permitem estimar a contribuição de uma dada parte da bacia como fonte de sedimentos, definindo os principais caminhos de transferência destes sedimentos. Muitas das aplicações e análises dos Índices de Conectividade existentes foram realizados em ambientes montanhosos, com ênfase em encostas rochosas e zonas sujeitas a escorregamentos de terra e fluxos de detritos (e.g., CAVALLI et al., 2013; PERSICHILLO et al., 2018; ZANANDREA et al., 2019; CAO et al., 2021; TORRESANI; D'AGOSTINO; PITON, 2021; ZANANDREA et al., 2021).

Considerando a importância da quantificação da conectividade entre pontos da bacia, índices de conectividade podem ser ferramentas úteis no gerenciamento de desastres relacionados a sedimentos. Essas ferramentas podem indicar a possibilidade de o sedimento de uma determinada fonte atingir uma área ou a rede de drenagem, seja este proveniente de erosão superficial ou até de movimentos de massa. Portanto, avaliar as fontes de sedimentos e os processos de transferência de água e sedimentos é uma etapa crucial para planejar medidas estruturais e não estruturais adequadas na redução de riscos de desastres.

Índice de Conectividade Hidrossedimentológica

Tendo a perspectiva da conectividade hidrossedimentológica como um processo chave da dinâmica de sedimentos, atualmente há um grande interesse de representar de maneira quantitativa a conectividade. Inúmeras metodologias buscam responder onde, como e quando ocorrem os processos de ligação entre compartimentos da bacia. Nesse contexto, índices de conectividade vêm se destacando por serem de fácil aplicação e oferecerem informações semiquantitativas de maneira espacializada do grau de conectividade de um ponto, feição ou elemento da paisagem, com um local de interesse.

De forma prática, índices de conectividade consistem em uma combinação de variáveis conceitualmente conhecidas por controlarem a organização espacial e de transferência de sedimentos ao longo da paisagem. Devido ao fato de os índices serem elaborados por fatores que teoricamente influenciam na conectividade, estes também podem ser denominados como modelos conceituais de conectividade de sedimentos (HECKMANN et al., 2018). O principal objetivo dos índices de conectividade é exibir o potencial de conexão existente entre fontes e rotas de sedimentos (áreas erodidas, regiões de agricultura e estradas, por exemplo) com regiões de interesse (lagos, canais, barramentos, exutório da bacia hidrográfica).

Entre os inúmeros índices de conectividade elaborados no mundo, destaca-se o desenvolvido por Borselli et al. (2008). O índice de conectividade (*IC*) proposto por esses autores impulsionou a aplicação do conceito de conectividade como ferramenta de manejo e controle de sedimentos em bacias hidrográficas. Devido à frequente aplicação desse índice, vários autores buscaram aprimorá-lo, ao mesmo tempo que verificam resultados relevantes com a sua aplicação (e.g., CAVALLI et al., 2013; GAY et al., 2015; CHARTIN et al., 2016; LIZAGA et al., 2017; KALANTARI et al., 2017; ZANANDREA et al., 2020a).

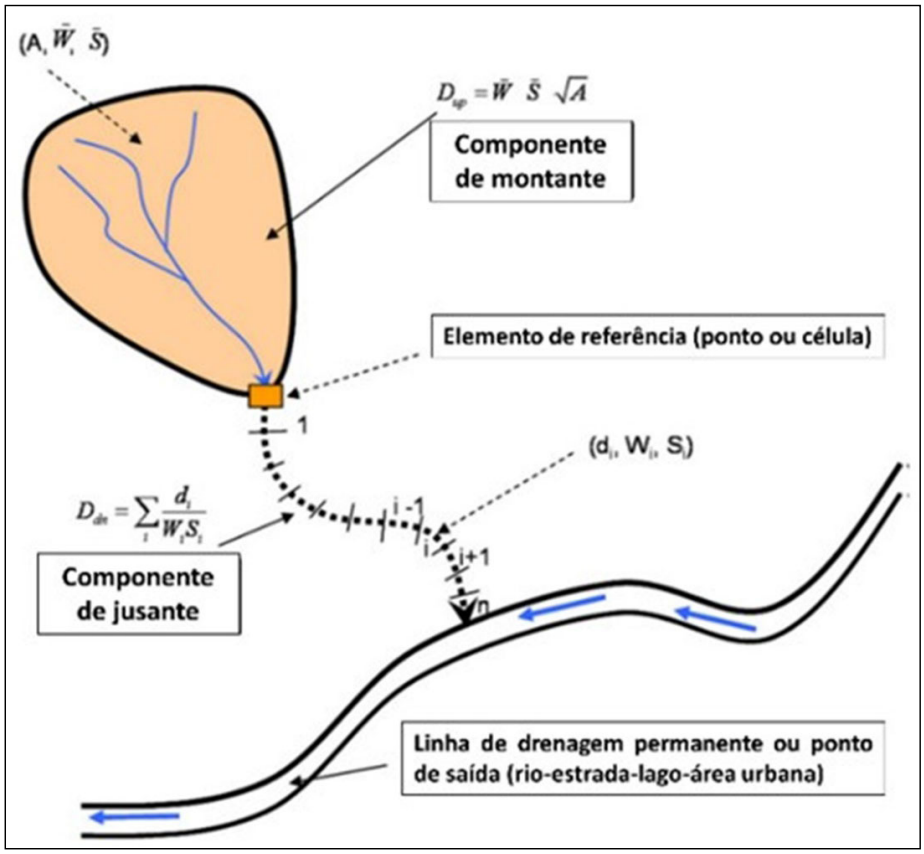
O *IC* determina, em escala de pixel, o grau de conectividade de um determinado ponto de acordo com áreas deposicionais, canais e o exutório da bacia hidrográfica. O cálculo do *IC* considera as características da área de contribuição, denominada componente a montante (D_{up}), e características do caminho de fluxo a ser percorrido pelo sedimento até o ponto de interesse, denominado componente de jusante (D_{dn}).

$$IC = log_{10}\left(\frac{D_{up}}{D_{dn}}\right) = log_{10}\left(\frac{\overline{W}\cdot\bar{S}\cdot\sqrt{A}}{\sum\frac{d_i}{W_i\cdot S_i}}\right) \quad (1)$$

em que *W* é o fator de impedância; *S* a declividade (m/m); *A* é a área de contribuição (m²) e *d* o comprimento do caminho de fluxo de cada pixel (m), sendo o *IC*

adimensional. Dessa maneira, a conectividade de cada ponto (nesse caso, o pixel ou célula) é estimada a partir da ponderação das variáveis a montante e a jusante.

A Figura 2 exibe a concepção do *IC* e quais as variáveis consideradas para determinar o potencial de conexão de um ponto até a região de interesse.



Fonte: Adaptado de Borselli et al. (2008).

Figura 2. Esquema conceitual do índice de conectividade (*IC*).

O cálculo é realizado em ambiente SIG a partir do algoritmo apresentado por Crema e Cavalli (2017). Os resultados são expressos em escala de pixel com valores no intervalo de [-∞, +∞], em que, quanto maior for o valor obtido no índice de conectividade maior é o grau de conectividade naquele pixel. O IC estima exclusivamente a conectividade estrutural, descrevendo a conectividade a partir das características e configurações das feições geomorfológicas da paisagem.

A conectividade é extremamente condicionada por fatores estruturais, como, por exemplo, as rotas de transporte de sedimentos que são determinadas principalmente por características topográficas, como declividade e rugosidade da superfície. Contudo, as estruturas da paisagem estão continuamente sendo influenciadas pela conectividade funcional, em que ela determina o quanto e quando a paisagem estabelece conexões entre seus compartimentos. Posto isso, abordagens exclusivamente estruturais não consideram inúmeros processos e fatores que influenciam a conectividade hidrossedimentológica.

Tendo em vista que o *IC* desenvolvido por Borselli et al. (2008) não compreende a conectividade funcional, Zanandrea et al. (2021) aprimoraram o *IC*, propondo um novo índice. Os autores consideraram a dinâmica da água na representação da conectividade de sedimentos e, por consequência, agregaram temporalidade à estimativa do grau de conectividade. O novo índice proposto, denominado Índice de Conectividade Hidrossedimentológica (*Index of Hydrosedimetologic Connectivity – IHC*), é capaz de avaliar as variações espaço-temporais da conectividade hidrossedimentológica em escala de eventos, levando em consideração eventos antecedentes, características da precipitação e escoamento superficial.

A aplicação do *IHC* também é realizada em ambiente SIG, onde a ferramenta foi implementada a partir do *Model Builder* presente no ArcGIS 10.3 (ESRI, 2015). A caixa de ferramentas foi elaborada a partir do algoritmo proposto por Crema e Cavalli (2018) e se utiliza das funcionalidades disponíveis na ferramenta TauDEM 5.3 (TARBOTON, 2021). O *IHC* é definido como:

$$IHC = \left(\frac{\overline{W_{RS}} \cdot \bar{S} \cdot Ips \cdot \sum Q_{runoff}}{\sum \frac{d_i}{W_{RS_i} \cdot S_i}} \right) \quad (2)$$

em que W_{RS} representa a impedância; S a declividade; Ips o índice de precipitação para sedimentos (adimensional); Q_{runoff} o escoamento superficial (m) acumulado da área de drenagem a montante do pixel calculado; e d_i a distância do pixel até o ponto de interesse.

O fator de impedância (W_{RS}) representa a resistência ao escoamento promovida pela superfície. O W_{RS} é determinado com base no coeficiente de rugosidade de Manning (n), em que o índice *RS – relative smoothnes* ou suavidade relativa - é dado por:

$$RS = \frac{n_{min}}{n} \quad (3)$$

em que n_{min} é o menor valor de Manning tabelado, podendo ser adotado o valor de 0,01 com base em Chow (1959). Anteriormente, as metodologias para determinação da impedância possuíam dificuldade de representar os efeitos de regiões montanhosas com cobertura de florestas, enquanto o W_{RS} se mostrou vantajoso nessas regiões (Zanandrea et al., 2020).

Além do W_{RS}, há a metodologia do *IC* original, que usa o fator *C* da USLE/RUSLE, proposto por Wischmeier e Smith (1978) e Renard et al. (1997), e a metodologia de Cavalli et al. (2013), que utiliza o próprio modelo digital de terreno para determinar a impedância com base na rugosidade superficial (*roughness index – RI*). Ambas as metodologias também estão disponíveis na caixa de ferramentas do *IHC*.

Para o cálculo do volume de escoamento superficial (Q_{runoff}), utiliza-se o método SCS Runoff Curve Number (NRCS, 1972) em escala de pixel.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (4)$$

$$Ia = 0{,}2 \cdot S \quad (5)$$

$$Q_{runoff} = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S} \quad \text{quando } P > I_a, \text{ ou } Q_{runoff} = 0 \quad (6)$$

em que *P* é a precipitação total do evento (mm); *S* é o parâmetro de armazenamento (mm); e I_a é a abstração inicial (mm). O valor de *S* varia espacialmente em relação às características do solo e uso da terra através do valor de *CN* (*curve number*).

A adição do escoamento superficial ao índice estabelece escala temporal de evento à conectividade hidrossedimentológica. Ao mesmo tempo, evidencia as fontes variáveis de sedimentos e caminhos preferenciais de fluxo de acordo com as características da precipitação.

A inclusão do *Ips* traz uma ponderação em relação à quantidade de sedimento que ficou disponível no evento anterior para ser conectado durante o evento analisado. O *Ips* pode ser calculado para qualquer evento de precipitação antecedente especificado:

$$Ips(n) = \frac{Imax_{m-o}}{\sum_{i=1}^{o} \frac{V_{m-i}}{\Delta t_{m-i}}} \quad (7)$$

em que $Imax_{m-o}$ é a intensidade máxima do evento antecedente *m-o* (mm.d^{-1}); *o* é o número de eventos antecedentes utilizado no índice; V_{m-i} é a precipitação acumulada no evento antecedente *m-i* (mm); Δt_{m-i} é a duração do evento de precipitação *m-i* (d). Admite-se que, quanto maior a intensidade do evento de precipitação antecedente, maior a quantidade de sedimentos disponíveis. Ao mesmo tempo que, quanto maior o escoamento total da precipitação antecedente, menor a quantidade de sedimentos disponíveis para o transporte no evento seguinte.

A aplicação do *IHC* segue as mesmas premissas que o índice desenvolvido por Borselli et al. (2008), calculado a partir de informações matriciais de todas as variáveis consideradas e, com essas informações, se determina o grau de

conectividade em cada ponto. Além disso, essa ferramenta foi desenvolvida com o intuito de ser facilmente aplicável, sendo útil no gerenciamento de desastres relacionados a sedimentos e na identificação de áreas potencialmente suscetíveis a processos erosivos e seus caminhos de fluxo.

Aplicação do *IHC*: estudo de caso do desastre de 2017 na bacia hidrográfica do rio Mascarada

O *IHC* foi aplicado na bacia hidrográfica do rio Mascarada, cabeceira da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, uma das mais importantes bacias do estado do Rio Grande do Sul. A bacia hidrográfica do rio dos Sinos abrange 32 municípios em uma área de aproximadamente 3.820 km², tendo uma população de cerca de 1,3 milhões de habitantes, segundo o Censo de 2010 do IBGE. Já a bacia hidrográfica do rio Mascarada possui 320 km² de área de drenagem, distribuídos entre os municípios de São Francisco de Paula, Riozinho e Rolante. Essa bacia é responsável pela produção e manutenção da quantidade e qualidade da água que abastece os municípios de jusante (Figura 3).

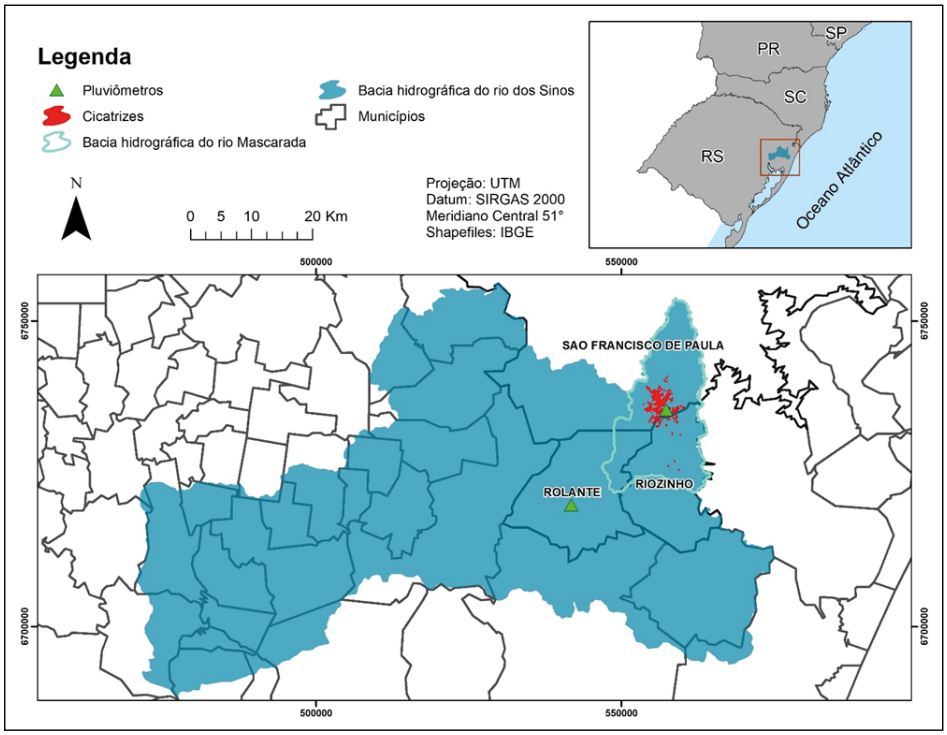
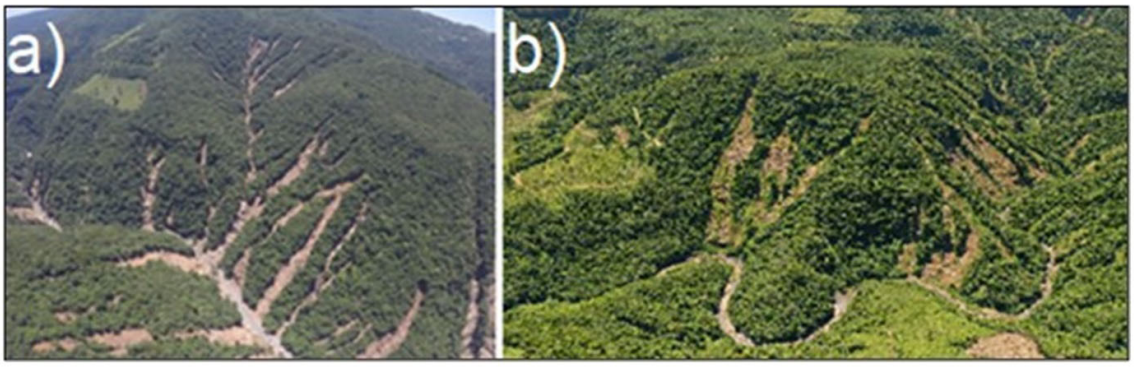


Figura 3. Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Mascarada, pluviômetros e cicatrizes de escorregamentos.

As encostas da bacia possuem altas declividades, chegando a apresentar inclinações próximas de 70 graus. A paisagem dissecada das escarpas em conjunto à baixa profundidade do solo da região proporciona um ambiente de instabilidade geomorfológica. Somada a condição natural de instabilidade geomorfológica, a

região conta com um dos maiores totais precipitados do estado, atingindo valores anuais superiores a 2000 mm (GPDEN/SEMA, 2017), o que torna essa região suscetível a movimentos de massa. Já as regiões próximas à foz apresentam extensas planícies, onde se localiza o município de Rolante, revelando diversos pontos de deposição de materiais (rochas, solos e troncos) dessas encostas.

No dia 5 de janeiro de 2017, as cabeceiras da bacia foram afetadas por uma chuva intensa e localizada que deflagrou centenas de escorregamentos de terra nas encostas (Figura 4), que alcançaram a porção a jusante da bacia, ocasionando uma inundação com alta concentração de sedimentos. Isso ocorreu, pois grande parte dos escorregamentos de terra se conectou com o canal principal e foi transportado até as planícies da bacia. O desastre ocorrido afetou cerca de 6,6 mil pessoas e 70% do território do município de Rolante, felizmente não houve nenhum óbito segundo a prefeitura do município (CARDOZO et al., 2021).



Fonte: CARDOZO et al., 2021.

Figura 4. Cicatrizes de escorregamentos de terra e fluxo de detritos ocasionados pelo evento de 2017 nas encostas da bacia do rio Mascarada/RS em a) 2017 e b) 2019.

Em 2017, a área afetada não possuía monitoramento a partir de postos pluviométricos oficiais e, como estas chuvas ocorreram de forma concentrada, não existem dados oficiais medidos do evento. No entanto, segundo o levantamento realizado pelo GPDEN/SEMA (2017), foram registrados volumes de chuva variando entre 100 mm e 272 mm em poucas horas nos pluviômetros não-oficiais de agricultores locais. Observa-se que a média mensal para o mês de janeiro na região é de aproximadamente 180 mm.

Considerando a magnitude do evento citado, aplicou-se o *IHC* para a bacia hidrográfica do rio Mascarada considerando os dados deste evento. Para obtenção dos parâmetros topográficos necessários no cálculo de *IHC*, referentes à conectividade estrutural da paisagem, foi utilizado um Modelo Digital de Terreno (MDT) com resolução espacial de 1x1 m de tamanho de célula. O fator de impedância *W* utilizado foi o *RS* obtido a partir de mapas de uso do solo. Os valores de *RS* definidos foram os

mesmos apresentados em Zanandrea et al. (2020a), que avaliaram a influência do uso de diferentes *W* no cálculo de *IC* para a bacia hidrográfica do rio Mascarada, onde o uso de *RS* apresentou melhor aplicação para a mesma área de estudo.

Os dados de precipitação utilizados para o cálculo do escoamento superficial (SCS/CN) foram obtidos em dois pontos, distribuídos espacialmente a partir do método dos Polígonos de Thiessen, atribuindo um valor de Q_{runoff} para cada pixel conforme o polígono em que se encontra. Foram utilizados os dados medidos por um pluviômetro não oficial (P_{total} = 272 mm) no local onde ocorreram os escorregamentos (Figura 3). Já para a parte baixa da bacia, foram utilizados os dados de uma estação automática (P_{total} = 66 mm) fora dos limites da bacia do rio Mascarada, no município de Riozinho/RS, localizada próximo ao exutório da bacia. O valor de *Ips* foi considerado igual a 3 para ambas as estações devido à falta de dados de precipitação antecedente ao evento na porção superior da bacia.

Os valores de CN também foram definidos para cada pixel com base no mapa de uso do solo (ZANANDREA et al., 2020a) e na pedologia da região (DÜMIG et al., 2008). Os valores foram definidos conforme NRCS (1972) e não foram consideradas as condições antecedentes de umidade do solo, apenas seu grupo hidrológico. Assim, calculou-se o escoamento superficial de cada célula para cada evento, gerando um mapa espacializado de Q_{runoff} para a bacia de estudo. Consideramos um valor mínimo de Q_{runoff} de 0,0001 mm para evitar erros computacionais.

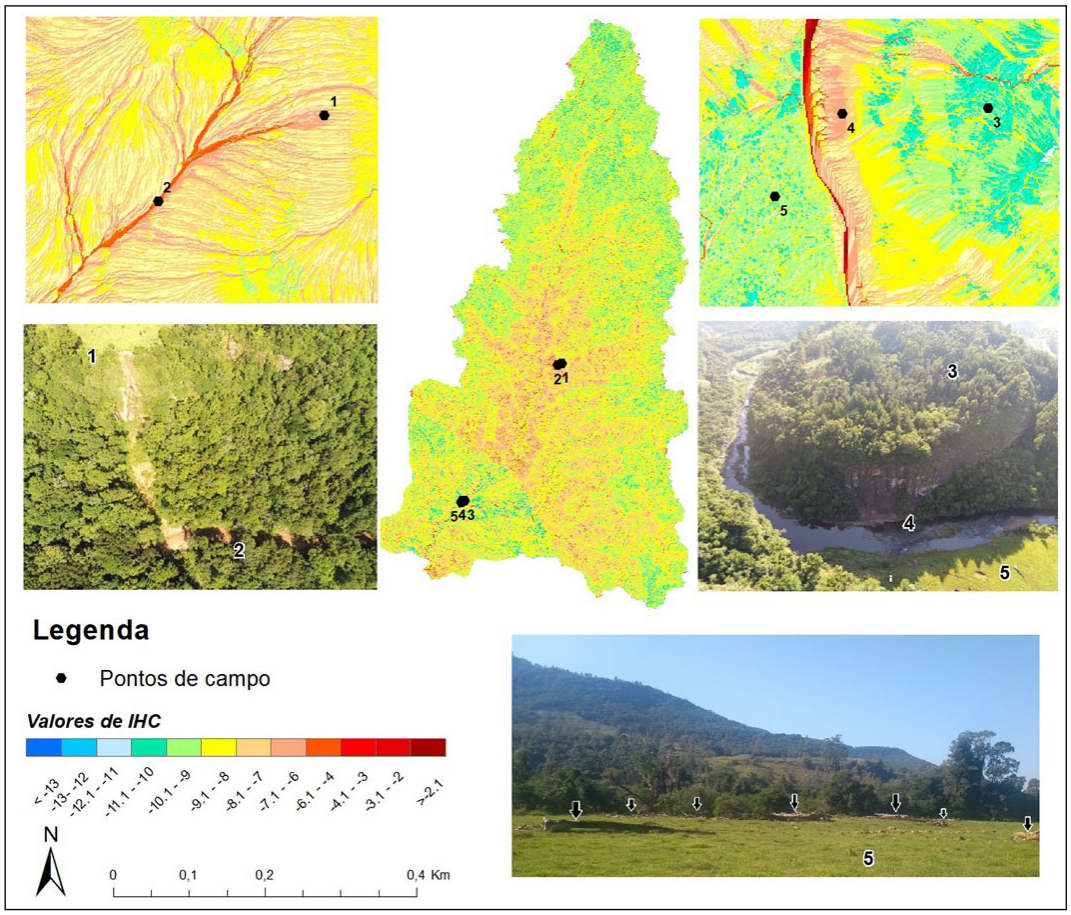
Foram realizadas campanhas em campo com o intuito de averiguar *in situ* os locais que apresentaram maiores e menores valores de *IHC* para validação do índice, levantando locais de deposição e transferência de sedimentos ao longo da bacia. Utilizou-se também um inventário de cicatrizes de escorregamentos e fluxos de detritos ocorridos em 2017 obtido por fotointerpretação e pesquisas de campo (ZANANDREA et al., 2019). Esse inventário detalhado mostra claramente que a maioria dos escorregamentos é conectada aos canais, e sabe-se que os sedimentos gerados nesse evento atingiram o exutório da bacia de estudo, ocasionando uma inundação com alta concentração de sedimentos e detritos na cidade a jusante.

O evento ocorrido em 2017 teve uma precipitação média de 240 mm na bacia hidrográfica do rio Mascarada, porém grande parte dessa precipitação atingiu apenas a parte superior nordeste da bacia hidrográfica. O valor médio de *IHC* foi de -8.5, principalmente devido ao baixo valor de *Ips*, ou seja, pouca chuva antecedente, ocasionando menos sedimento disponível para ser transportado superficialmente, no entanto esse evento gerou grande disponibilização de sedimentos devido aos escorregamentos de terra e aos fluxos de detritos. Ainda assim, os fluxos de detritos foram bem identificados pelo *IHC* (Figura 5). Essas cicatrizes de fluxos de detritos com áreas de solo exposto estão localizadas em encostas íngremes e são consideradas *hotspots*, ou seja, funcionam como locais de fontes de sedimentos,

gerando escoamento rápido que desencadeia erosão no caminho imediatamente a jusante (MARCHAMALO et al., 2016; MISRHA et al., 2019).

A verificação do evento foi realizada qualitativamente por meio de interpretação visual, observando que as cicatrizes de fluxo de detritos correspondem a caminhos de fluxo com valores mais altos no mapa de conectividade (pontos 1 e 2 na Figura 5) e a áreas de deposição com valores mais baixos (ponto 5 na Figura 5). Na região média da bacia (pontos 1 e 2 na Figura 5), foram observados grandes fluxos de detritos ao longo da encosta íngreme que chegaram até o canal principal, manifestando altos valores *IHC* nesses locais (*IHC* entre -4.2 e -5.2). A presença de depósitos de sedimentos ao longo do canal mostra a conexão dos fluxos de detritos da porção superior da bacia com as regiões mais baixas, fornecendo suprimento de sedimentos para serem transportados no canal (ponto 4 na Figura 5).

Também, em algumas áreas que apresentaram valores mais baixos de conectividade (*IHC* entre -10,5 e -9,5), foram encontradas evidências em campo, como detritos lenhosos e sedimentos grosseiros (ponto 5 na Figura 5), de que essas regiões funcionaram como áreas de depósitos durante o evento, desconectando-se do exutório da bacia.



Fonte: Adaptado de Zanandrea et al. (2021).

Figura 5. Mapa de *IHC* do Evento de 2017 ($P_{média}$= 240mm) onde ocorreram diversos escorregamentos e fluxos de detritos em 2017.

Retrata-se que o mapa de *IHC* concorda com os dados de campo e teve boa representação nos padrões indicativos de sedimentos, como caminhos reais de transporte de sedimentos e área de depósitos de detritos na bacia durante o evento de 05 de janeiro de 2017. O mapa de *IHC* permitiu identificar áreas de transferência e deposição de sedimentos, demonstrando coerência com o evento extremo, identificando de maneira satisfatória os escorregamentos e fluxo de detritos, bem como áreas de deposição.

Considerações Finais

A conectividade hidrossedimentológica é um importante conceito no gerenciamento de recursos hídricos e desastres de origem hídrica, pois auxilia no entendimento da dinâmica de água e sedimentos em bacias hidrográficas. O *IHC* permite avaliar a variação da conectividade ao longo do tempo sob diferentes eventos de precipitação, espacializados de acordo com a área atingida pela chuva e com as características da paisagem. A geração de escoamento superficial espacialmente distribuída permite observar os locais e em quais eventos de precipitação determinada região ficou mais conectada com um ponto de interesse (e.g. reservatório, exutório, entre outros). Desse modo, o índice é capaz de estimar a variação espaço-temporal da conectividade hidrossedimentológica de uma bacia hidrográfica, identificando locais de transferência e deposição de sedimentos para eventos de diferentes magnitudes.

Em regiões sujeitas a movimentos de massa, como fluxo de detritos, o *IHC* auxilia fornecendo uma base razoável para o zoneamento de perigo e de projetos estruturais de mitigação (e.g. *sabo dam*) considerando os principais caminhos de fluxo e seu alcance na paisagem. Por ser uma ferramenta simples e com dados de entrada de fácil obtenção, o *IHC* pode ser um recurso auxiliar na avaliação preliminar pré e pós desastre, auxiliando na identificação de potenciais rotas e locais afetados. O índice é de livre acesso[6], e seu guia de aplicação foi desenvolvido por Zanandrea et al. (2021).

No entanto, para melhorar a precisão da avaliação, mais fatores-chave que afetam a transferência de sedimentos devem ser levados em consideração, uma vez que o *IHC* possui algumas limitações. A avaliação da conectividade a partir do *IHC* considera parâmetros adimensionais. Outra limitação é que o índice considera a seleção de diferentes valores tabelados (e.g. *n* e *CN*) que dependem altamente da escolha do usuário, o que traz subjetividade à avaliação. Porém, se bem definidos os parâmetros de entrada, o *IHC* traz importantes indícios de locais de maior e menor conectividade e de limiares de precipitação para que ocorra (des)conectividade de algumas áreas, o que pode ser de grande utilidade para o gerenciamento de bacias hidrográficas.

Nota

6 Disponível em: <https://www.ufrgs.br/gpden/wordpress/?page_id=1830>.

Referências

BRIERLEY, G.; FRYIRS, K.; JAIN, V. Landscape connectivity: the geographic basis of geomorphic applications. **Area**, v. 38, n. 2, p. 165-174, 2006.

BORSELLI, L.; CASSI, P.; TORRI, D. Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. **Catena**, v. 75, n. 3, p. 268-277, nov. 2008.

BRACKEN, L.; TURBBULL, L.; WAINWRIGHT, J.; BOGAART, P. Sediment connectivity: a framework for understanding sediment transport at multiple scales. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 40, p. 177 – 188, ago. 2015.

BRACKEN, L. J.; WAINWRIGHT, J.; ALI, G. A.; TETZLAFF, D.; SMITH, M. W.; REANEY, S. M.; ROY, A. G. Concepts of hydrological connectivity: Research approaches, pathways and future agendas. **Earth-science Reviews**, v. 119, p. 17 – 34, 2013.

CAO, C.; ZHANG, W.; CHEN, J.; SHAN, B.; SONG, S.; ZHAN, J. Quantitative estimation of debris flow source materials by integrating multi-source data: A case study. **Engineering Geology**, v 291, p. 10622, jun. 2021.

CARDOZO, G.; ZANANDREA, F.; MICHEL, G.P.; KOBIYAMA, M. Inventário de movimentos de massa na bacia hidrográfica do rio Mascarada/RS. **Ciência e Natura,** v 43 (31), p. 1 – 26, 2021.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 600 p.

CAVALLI, M.; TREVISANI, S.; COMITI, F.; MARCHI, L. Geomorphometric assessment of spatial sediment connectivity in small Alpine catchments. **Geomorphology,** v. 188, p. 31 – 41, 2013.

CHARTIN, C.; EVRARD, O.; LACEBY, J. P.; ONDA, Y.; OTTLÉ, C.; LEFÈVRE, I.; CERDAN, O. The impact of typhoons on sediment connectivity: lessons learnt from contaminated coastal catchments of the Fukushima prefecture (Japan). **Earth Surface Processes and Landforms**, [S.L.], v. 42, n. 2, p. 306-317, 2016.

CREMA, S.; CAVALLI, M. SedInConnect: a stand-alone, free and open source tool for the assessment of sediment connectivity. **Computers & Geosciences**, [S.L.], v. 111, p. 39-45, 2018.

DÜMIG, A.; SCHAD P.; KOHOK M.; BEYERLEIN P.; SCHWIMMER W.; KÖGEL-KNABNER I. A mosaic of nonallophanic Andosols, Umbrisols and Cambisols on rhyodacite in the southern Brazilian highlands. **Geoderma,** v. 145, p. 158-173, 2008.

ESRI. 2015. **ArcGis 10.3**. Environmental System Research Institute, Inc,

Redlands, CA, 2015.

GAY, A.; CERDAN, O.; MARDHEL, V.; DESMET, M. Application of an index of sediment connectivity in a lowland area. **Journal of Soils and Sediments**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 280-293, 2015.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; SANTOS, I. dos. Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 2, p. 103 – 111, 2012.

GPDEN/SEMA- Rio Grande Do Sul. **Diagnóstico preliminar**. Porto Alegre: DRH/SEMA, 2017. 26p. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/gpden/wordpress/wp-content/uploads/2020/07/DRH-GPDEN-2017-Diagnostico-preliminar-de-Rolante.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2021.

HECKMANN, T.; CAVALLI, M.; CERDAN, O.; FOERSTER, S.; JAVAUX, M.; LODE, E.; SMETANOVÁ, A.; VERICAT, D.; BRARDINONI, F. Indices of sediment connectivity: opportunities, challenges and limitations. **Earth Science Reviews**. v. 187, p. 77–108, dez. 2018.

LIZAGA, I.; QUIJANO, L.; PALAZÓN, L.; GASPAR, L.; NAVAS, Ana. Enhancing Connectivity Index to Assess the Effects of Land Use Changes in a Mediterranean Catchment. **Land Degradation & Development**, [S.L.], v. 29, n. 3, p. 663-675, 2017.

KALANTARI, Z.; FERREIRA, C S.; KOUTSOURIS, A. J.; AHLMER, A.; CERDÀ, A.; DESTOUNI, G. Assessing flood probability for transportation infrastructure based on catchment characteristics, sediment connectivity and remotely sensed soil moisture. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 661, p. 393-406, 2019

MAHONEY, D. T.; FOX, J. F.; AAMERY, N. A. Watershed erosion modeling using the probability of sediment connectivity in a gently rolling system. **Journal of Hydrology**, v. 561, p. 862-883, 2018.

MARCHAMALO, M.; HOOKE, J.M.; SANDERCOCK, P.J. Flow and sediment connectivity insemi-arid landscapes in SE Spain: patterns and controls. **Land Degradation & Development**, v. 27, p. 1032–1044, 2016.

MICHEL, G.P.; SCHWARZ, H.; ABATTI, B.H.; PAUL, L.R.; SILVA, M.A.; ZANANDREA, F.; SALVADOR, C.G.; CENSI, G.; BIEHL, A.; KOBIYAMA, M. **Relatório técnico dos desastres de dezembro de 2020 nos municípios de Presidente Getúlio, Ibirama e Rio do Sul – SC. Volume I.** Porto Alegre: GPDEN/IPH/UFRGS, 2021. 53 p. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/gpden/wordpress/wp-content/uploads/2021/01/Relatorio-Desastre-do-Alto-Vale-do-Itajai-Dezmbro-de-2020.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2022.

MISHRA, K.; SINHA, R.; JAINB, V.; NEPAL, S.; UDDIN, K. Towards the assessment of sediment connectivity in a large Himalayan river basin. **Science of the Total Environment**, v. 661, p. 251-265, 2019.

NRCS – Natural Resource Conservation Service. "**Hydrology.**" National engineering

handbook, Sec. 4, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C, 1972.

OKUNISHI, K. Hydrogeomorphological interactions: A review of approach and strategy. **Transactions, Japanese Geomorphological Union**, v. 12, p. 99-116, 1991.

PERSICHILLO, M.G.; BORDONI, M.; CAVALLI, M.; CREMA, S.; MEISINA, C. The role of human activities on sediment connectivity of shallow landslides. **Catena**, v.160, p. 261–274, jan. 2018.

PRESTON, N.; SCHMIDT, J. Modelling sediment fluxes at large spatial and temporal scales. 2003. In: A. Lang; K. Hennrich and R. Dikau (eds) **Long Term Hillslope and Fluvial System Modelling – Concepts and Case Studies from the Rhine River Catchment**, Berlin: Springer, 2013. p. 53 – 72, (Lecture Notes in Earth Sciences v. 100)

RENARD, K. G.; FOSTER, G.R; WEESIES, D.K.; YODER, D.C Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). In: **Agriculture Handbook 703**. Washington: USDA, 1997.

TARBOTON, D.G. **Taudem 5.3**, Terrain Analysis Using Digital Elevation Models [online] Disponível em: <http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/>. 2021.

TORRESANI, L.; D'AGOSTINO, V.; PITON, G. Deciphering sediment Connectivity Index and erosion pattern in a debris flow catchment. 14th INTERPRAEVENT Congress: **Natural hazards in a changing world, International Research Society INTERPRAEVENT,** Bergen (virtual), Norway, may 2021, p.303-311.

WAINWRIGHT, J.; TURNBULL, L.; IBRAHIM, T. G.; LEXARTZA-ARTZA, I.; THORNTON, S. F.; BRAZIER, R. E. Linking environmental regimes, space and time: interpretations of structural and functional connectivity. **Geomorphology**, v.126, p. 387 – 404, mar. 2011.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. In: Agriculture Handbook 537. Brooksville, FL**: Science and Education Administration**, US Department of Agriculture - Agricultural Research Service, 1978.

WOHL, E.; BRIERLEY, G.; CADOL, D.; COULTHARD, T.J.; COVINO, T.; FRYIRS, K.A.; GRANT, G.; HILTON, R.G.; LANE, S.N.; MAGILLIGAN, F.J.; MEITZEN, K.M.; PASSALACQUA, P.; POEPPL, R.E.; RATHBURN, S.L.; SKLAR, L.S. Connectivity as an emergent property of geomorphic systems. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.44, p. 4-26, 2019.

ZANANDREA, F.; KOBIYAMA, M.; MICHEL, G. P. Conectividade hidrossedimentológica: uma abordagem conceitual. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XXII, 2017, Florianópolis. **Anais ...** . Florianópolis: ABRHidro, 2017. p. 1-8.

ZANANDREA, F.; MICHEL, G. P.; KOBIYAMA, M.; CARDOZO, G. L. Evaluation of different DTMs in sediment connectivity determination in the Mascarada River

Watershed, southern Brazil. **Geomorphology**, v. 332, p. 80 – 87, mai. 2019.

ZANANDREA, F.; MICHEL, G. P.; KOBIYAMA, M. Impedance influence on the index of sediment connectivity in a forested mountainous catchment. **Geomorphology**, v. 351, p. 106962, fev. 2020a.

ZANANDREA, F.; PAUL, L.R.; MICHEL, G.P.; KOBIYAMA, M.; ZANINI, A.S.; ABATTI, B.H. Conectividade dos sedimentos: conceitos, princípios e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n.2, p. 435-459, 2020b.

ZANANDREA, F.; MICHEL, G.P.; KOBIYAMA, M.; CENSI, G.; ABATTI, B.H. Spatial-temporal assessment of water and sediment connectivity through modified connectivity index in a subtropical mountainous catchment. **Catena,** v. 204, p. 105380, 2021.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

O PAPEL DA ESCOLA NA REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES: METODOLOGIA PARTICIPATIVA E VALORIZAÇÃO DO DIÁLOGO PARA PRODUÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS

THE ROLE OF SCHOOLS IN DISASTER RISK REDUCTION: PARTICIPATORY METHODOLOGY AND VALUING DIALOGUE FOR THE PRODUCTION OF NEW KNOWLEDGE

Ana Luiza Coelho Netto[1]
Vania Rocha[2]
Leonardo Esteves de Freitas[3]
Tomás Coelho Netto Duek[4]

Introdução

A escola é considerada pelos organismos nacionais e internacionais envolvidos na Redução de Riscos de Desastres (RRD) a instituição capaz de promover difusão de informações necessárias para redução destes riscos entre crianças e jovens. Há o reconhecimento e um certo consenso por parte desses organismos de que as escolas desempenham um papel importante no processo de gestão ao propagar conhecimentos e sensibilizar a comunidade para a necessidade de ações preventivas. O Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), por exemplo, lançou em 2006 a campanha intitulada "A redução de desastres começa na escola" com objetivo de integrá-las aos planos de gestão de riscos, partindo do pressuposto que a comunidade escolar pode criar tanto redes de apoio como formar núcleos de prevenção. Nesta perspectiva, o papel da escola vai além de servir como espaços para apoio e abrigo na ocorrência de um desastre (UNICEF, 2006).

A campanha "Um milhão de escolas e hospitais seguros", promovida em 2010 pela Estratégia Internacional de Redução de Desastres (UNISDR), é outro exemplo de estratégia para conquistar a adesão destas instituições e torná-las resilientes a desastres (ONU, 2010).

Durante a realização da III Plataforma Global sobre Redução de Riscos em Genebra, 2011, o envolvimento das escolas como espaços de mobilização e

1 Professora Titular, Coordenadora do Geoheco/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: ananetto@acd.ufrj.br.
2 Geoheco/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Cepedes/Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz. E-mail: vaniarocha2712@gmail.com.
3 Geoheco/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. OTSS/Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina, Fundação Oswaldo Cruz. Laplan/ Laboratório de Planejamento Ambiental e Gerenciamento Costeiro, Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial na América Latina e Caribe, Universidade Estadual Paulista. E-mail: leonardofreitas73@gmail.com.
4 Geoheco/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos. Departamento de Geografia, Instituto de Geociências. Doutorando do Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: tomascoelhonetto@gmail.com.

ampliação de conhecimentos para RRD foi o principal tema das apresentações (UFSC, 2012). No Brasil, impulsionados pelos grandes desastres ocorridos nos últimos anos, órgãos de Proteção e Defesa Civil buscam promover eventos nas escolas para levar mais informação e estabelecer parcerias em projetos e programas sobre o tema, além de oferecer material didático e cursos específicos para professores (DCESC, 2013; SEBDEC, 2016; SINDEC, 2016).

O Marco de Sendai considera crianças e jovens agentes de mudança que devem ter espaço e modos de contribuir para a redução do risco de desastres, de acordo com a legislação, com a prática nacional e com os currículos educacionais. Embora seja papel prioritário do Estado, o documento considera ainda a RRD uma responsabilidade a ser compartilhada entre governos e partes interessadas (UNISDR, 2015), como escolas e instituições de ensino e pesquisa. Estas instituições têm unido esforços para envolver a comunidade escolar em atividades de prevenção e realizar estudos que contribuam para elucidar o papel das escolas em ações de RRD (RIBEIRO et al, 2015; FREITAS; COELHO NETTO, 2017; JIMÉNEZ-DENIS et al, 2017; MATSUO et al, 2019).

Em âmbito nacional, ocorre a política pública voltada para a Educação Ambiental em escolas públicas, chamada “Programa Nacional de Escolas Sustentáveis” (PNES), que orienta o debate sobre o tema, em resposta à vulnerabilidade socioambiental (BRITO et al., 2019). Este programa, implementado pelos profissionais da educação básica através de atividades práticas sustentáveis, faz com que os estudantes desenvolvam uma postura proativa acerca das questões levantadas. O programa foi criado e desenvolvido entre dois Ministérios: Ministério da Educação (MEC) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) em um esforço para aumento de alcance na abordagem da Educação Ambiental. É uma política que encontra amparo em outra política pública, o Programa Nacional de Mudança do Clima (PNMC), que recomenda a implementação de espaços educadores com foco em sustentabilidade, rearranjo do espaço físico da escola e da gestão, incluindo-se a formação dos docentes da escola e a inclusão do tema Mudanças Climáticas nos currículos e materiais didáticos (BRASIL, 2008).

Entretanto, ainda são escassas as iniciativas desenvolvidas no âmbito escolar utilizando metodologias participativas que valorizem a integração do conhecimento técnico-científico com os saberes locais, objetivando produzir novos conhecimentos resultantes da promoção do diálogo entre conhecimentos de natureza distinta. Este tipo de metodologia contribui para estimular a autonomia das comunidades a tomar decisões em relação às ações a serem implementadas durante o processo de gestão de riscos de desastres (FREITAS; COELHO NETTO, 2022).

Neste capítulo são apresentadas algumas ações para RRD, previstas no Marco de Sendai e realizadas no âmbito escolar, a partir da implantação da Rede

para Gestão de Riscos da Bacia do Córrego d'Antas (Reger-CD) no município de Nova Friburgo – RJ. No contexto desta experiência, são destacados os desafios encontrados para desenvolver ações participativas, envolvendo conhecimentos dos alunos, professores, moradores, técnicos, gestores e pesquisadores que atuam em áreas de risco de desastres. Ressalta-se ainda as estratégias que tornaram possível o processo participativo e a ampliação do conhecimento sobre o papel da escola na RRD, bem como os limites e possibilidades de metodologias participativas que valorizam o diálogo entre atores e produzem novos conhecimentos.

A Reger-CD: metodologia participativa para Gestão de Riscos

O desastre de magnitude catastrófica da Região Serrana do estado do Rio de Janeiro, ocorrido em janeiro de 2011, foi impulsionado por chuvas extremas que induziram a ocorrência de alguns milhares de deslizamentos e inundações bruscas principalmente nos municípios de Nova Friburgo, Teresópolis e Petrópolis, e em mais quatro municípios da região. Segundo dados da Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos - Coppetec (2014), este desastre levou a óbito 964 pessoas e deixou dezenas de desaparecidos. Estima-se um prejuízo total de cerca de R$ 4,8 bilhões, decorrentes das perdas e danos às estruturas públicas e privadas (BANCO MUNDIAL, 2012).

Os municípios de Teresópolis e Nova Friburgo foram aqueles mais drasticamente atingidos neste desastre, sendo que o último

> "(...) registrou a maior parte dos danos humanos desta tragédia (...): 448 mortes, 16.600 pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas e 180.000 pessoas afetadas (quase toda a população do município)" (COPPETEC, 2014, p. 35 e 36).

Uma das áreas mais atingidas dentro de Nova Friburgo foi a bacia hidrográfica do Córrego d'Antas, que drena para o rio Bengalas, afluente do rio Grande que converge para o rio Dois Rios, tributário do rio Paraíba do Sul no seu curso médio (Figura 1).

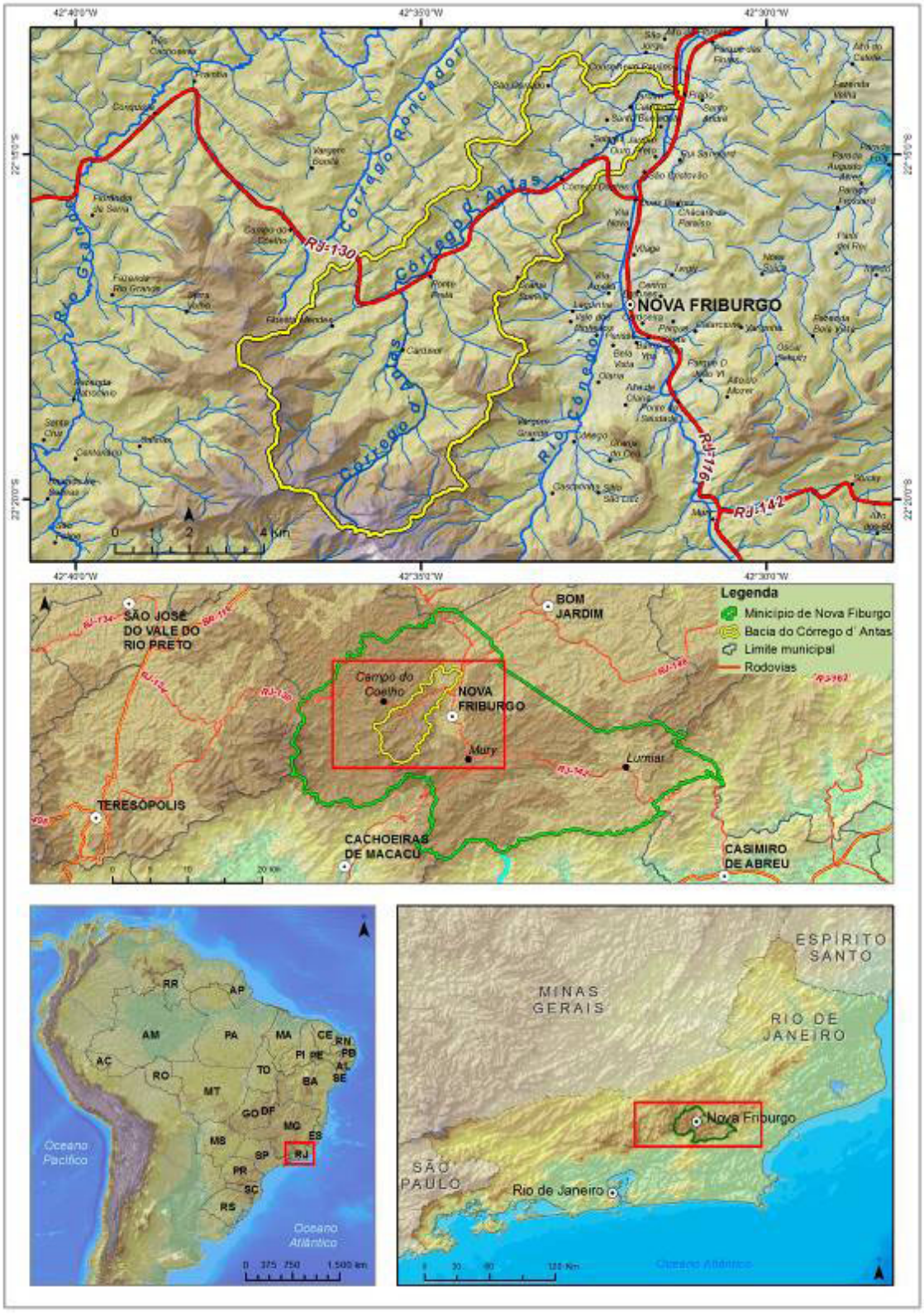
A bacia do córrego d'Antas abrange uma área total de cerca de 54 Km^2 e apresenta desnivelamento topográfico de, aproximadamente, 1.500m, com a foz do rio situada a cerca de 800 metros de altitude e os picos superiores a 2.200m.

Essa bacia é cortada pela rodovia RJ-130, que interliga os municípios de Nova Friburgo e Teresópolis, constituindo um dos eixos de rápida expansão urbana. Em seu baixo-vale predomina um ambiente densamente urbanizado, enquanto o médio-vale é ocupado pelo bairro Córrego d'Antas que constitui uma zona de

transição cultural urbano-rural. No médio-alto vale predomina o ambiente rural com uma matriz de vegetação herbácea e herbácea-arbustiva, com fragmentos de floresta secundária degradada e algumas manchas agrícolas. Este mosaico heterogêneo da paisagem mostrou-se altamente suscetível à ocorrência de deslizamentos e inundações abruptas no evento catastrófico ocorrido em janeiro de 2011 (COELHO NETTO et al., 2013).

Em função do elevado nível de destruição das localidades situadas na porção média e inferior dessa bacia em 2011, a comunidade rural e urbano-rural logo se organizou para a reconstrução de suas habitações, circulação e atividades econômicas (FREITAS et al, 2016). Paralelamente, muitos pesquisadores foram estudar o fenômeno ocorrido em busca de soluções que reduzissem a ocorrência de mortes e prejuízos em novos desastres e que pudessem auxiliar a população local na recuperação do desastre de 2011.

Neste contexto, a Reger-CD foi criada em 2014, a partir do encontro de membros da Associação de Moradores do Córrego Dantas (AMBCD), com pesquisadores do Geoheco/Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos, do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Atualmente essa rede integra 24 instituições, incluindo instituições de ensino, pesquisa, órgãos do poder público municipal e estadual, associações de moradores, organizações não-governamentais, núcleos e unidades de proteção e defesa civil. Sua missão é promover a associação dos saberes de organismos públicos, privados e comunitários para a redução de riscos geo-hidrológicos, tendo como um de seus objetivos a construção de um modelo de gestão de riscos de desastres, integrando estes agentes e buscando um maior protagonismo das comunidades em risco.



Fonte: Reger-CD, elaborada por Flavio S. B. Nunes.

Figura 1. Bacia Hidrográfica de Córrego d'Antas e sua localização no município de Nova Friburgo.

A metodologia empregada no âmbito da Reger-CD tem como pressuposto a valorização tanto dos conhecimentos científicos apresentados pelas instituições de ensino, pesquisa e órgão públicos como os saberes trazidos pelos grupos e associações de moradores na perspectiva da "Ecologia de Saberes" preconizada por Boaventura Sousa Santos (2007).

O conceito de Ecologia de Saberes é uma importante base teórico-conceitual para a atuação dos pesquisadores no âmbito da Reger-CD, na medida que essa rede busca produzir conhecimentos novos a partir da promoção de diálogo entre os conhecimentos científico e local/popular, entendendo a relevância da interação entre esses conhecimentos heterogêneos para a produção de novos conhecimentos (SANTOS, 2007).

A Reger-CD tem atuado ainda a partir da metodologia da pesquisa-ação, que tem como pressuposto a busca de conhecimento de forma associada a um processo de atuação sobre a realidade (THIOLLENT, 2006). A pesquisa e o trabalho de extensão aqui discutido é fruto, portanto, de uma ação direta no apoio à construção e consolidação de um modelo de gestão integrada de riscos de desastres na escala local.

A partir desses dois conceitos chave, a construção da Reger-CD envolveu a realização de seminários que incluíram pesquisadores, membros de ONGs, gestores públicos e moradores de comunidades situadas na área de atuação dessa rede: a bacia hidrográfica do Córrego d'Antas, Nova Friburgo, RJ. Esses seminários foram apoiados por metodologias de planejamento estratégico situacional que estimularam uma ampla discussão, associada à definição de ações e estratégias que garantiram o avanço da Reger-CD em busca de soluções para problemas concretos.

Durante o desenvolvimento das ações da Reger-CD, foram realizados quatro seminários: um em 2014, dois em 2015 e o último no início de 2016. Nestes eventos, foram definidas as linhas gerais de atuação, além de produtos específicos a serem elaborados. Para a realização das atividades definidas nos seminários, foram utilizadas metodologias diversas, todas baseadas no diálogo entre as lideranças que acumulavam saberes locais e pesquisadores que acumulavam saberes técnico-científicos (FREITAS; COELHO NETTO, 2022).

Em um dos seminários foi definido que a Reger-CD deveria atuar no âmbito de escolas públicas, especialmente com estratégia de mobilização da população e formação de uma cultura de gestão de riscos. A partir disso, foi iniciado o trabalho com alunos e professores no Colégio Estadual Salustiano Ribeiro Serafim, escola pública situada na parte baixa da bacia do Córrego d'Antas, em um dos bairros mais atingidos pelo desastre de 2011. A metodologia utilizada neste trabalho incluiu a realização de uma série de reuniões entre pesquisadores da Reger-CD, a direção e os professores do Colégio e resultou em palestras e trabalhos de campo com os alunos e professores.

A REGER-CD na escola: estratégias para engajamento participativo e diálogo entre conhecimentos

Ao longo do desenvolvimento do trabalho junto à REGER-CD, sub-redes emergiram espontaneamente em decorrência do envolvimento dos atores em trabalhos específicos e de acordo com suas experiências e inserções no território. Deste modo, surgiu um grupo de trabalho formado principalmente por profissionais vinculados a atividades educativas. Este grupo reunia educadores do Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim, jovens estudantes do Colégio Estadual Etelvina Schottz, ambos localizados em Nova Friburgo, estudantes da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Colégio Pedro II, do Rio de Janeiro, e instituições parceiras como a Fundação Oswaldo Cruz e a Organização Não-Governamental VivaRio (Figura 2).

Figura 2. Fotografia da reunião entre atores da REGER-CD em Nova Friburgo – RJ.

Uma das primeiras ações desenvolvida por este grupo foi a produção de um vídeo, que contou com a colaboração de pesquisadores envolvidos na temática dos riscos e técnicos especializados em produção audiovisual. No entanto, os protagonistas da ação foram os estudantes do Colégio Estadual Etelvina Schottz e do Colégio Pedro II que pertenciam ao Núcleo de Pesquisa e Estudos Audiovisuais em Geografia (Nepag) do CPII, coordenado pelo Prof. Dr. Ian Navarro. A Fiocruz, por meio do Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde (Cepedes), conseguiu um financiamento do setor privado e fez o repasse para pagamento dos custos da produção. Foram realizados encontros nas quais cada membro dialogava a partir dos seus conhecimentos (FREITAS et al, 2017). Desta forma, a estratégia de construir uma

relação horizontal a partir da troca de saberes entre todos os atores envolvidos foi fundamental para estabelecer e manter a coesão entre instituições de pesquisa, órgãos de gestão e a comunidade (SANTOS, 2007).

A produção do vídeo contribuiu para estimular dentre os estudantes uma cultura de gestão participativa de risco de desastres. Estes jovens, ao mesmo tempo que identificavam ameaças em seus territórios, apropriavam-se de conceitos importantes para compreender os principais riscos e passavam a compreender a necessidade de uma postura proativa para transformação daquela realidade. A produção do vídeo foi, portanto, uma estratégia facilitadora do envolvimento dos estudantes nas questões relacionadas a RRD, tornando possível o processo de formação destes jovens. A partir disso, ressaltamos a necessidade de utilizar diferentes recursos tecnológicos para o envolvimento da população local, sobretudo para o público escolar, tal como relatam Hamann et al. (2019) e Silva Filho et al. (2020) em experiências semelhantes realizadas em escolas. Para assistir ao vídeo “Córrego D’Antas: a força da união”, acessar https://www.youtube.com/watch?v=KJuO4f8iLk8

Figura 3. Aluna do Colégio Pedro II atuando na produção do vídeo “Córrego D’Antas: a força da união”.

O Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim foi outro ator importante no processo de desenvolvimento do trabalho com escolas locais. A partir de uma série de encontros, foi elaborado um plano de trabalho especifico para este colégio, no qual professores e direção participaram com autonomia na definição de ações prioritárias para a comunidade escolar. Estas reuniões também contavam com pesquisadores e técnicos de instituições parceiras da Reger-CD. No Brasil, a urgência em se tratar de temas relacionados a RRD, no contexto escolar, não se deve apenas às previsões de aumento na ocorrência

de desastres, mas também pelo fato de existirem em todas as regiões do país escolas localizadas em áreas de risco (MATSUO et al, 2019; MARCHEZINI et al, 2018). Desta forma, envolver os educadores desta área de risco e torná-los os principais atores no planejamento das ações educativas a serem desenvolvidas foi a estratégia que permitiu produzir conhecimentos a partir das necessidades potencialidades e experiências locais (THIOLLENT, 2006).

As ações definidas para realização neste colégio foram: palestras, produção de material didático e saídas de campo com os alunos e professores. As palestras tinham por objetivo apresentar conceitos importantes sobre riscos de desastres, conhecimentos ambientais e sociais sobre a região, bem como levantar questionamentos sobre os fatores que levam ao desastre.

Os materiais didáticos foram importantes instrumentos de introdução dos assuntos abordados a partir de conhecimentos locais. Sabe-se que os materiais disponíveis para as escolas raramente abordam o lugar em risco com seus problemas locais. Os recursos didáticos elaborados foram estratégias que contribuíram para aproximar alunos e professores das questões de risco tomando o próprio território como ponto de partida. Possibilitaram ainda discutir gestão de risco de desastres a partir da identificação dos problemas ambientais presentes na comunidade, suas causas, consequências, os responsáveis pela tragédia e as formas de intervenção ou prevenção. Segundo Jiménez-Denis et al (2017), as ações educativas devem estar relacionadas com os conteúdos e práticas escolares cotidianas. Também devem apontar algumas relações causais com situações de risco existentes para avaliar a probabilidade de ocorrência de um novo desastre, bem como apresentar as vulnerabilidades existentes, que contribuem para aumentar sua magnitude. Deste modo, esses materiais devem fazer parte da rotina das aulas no colégio.

Além dos materiais didáticos elaborados a partir da realidade local, foram realizadas algumas visitas de campo. A primeira, em Nova Friburgo, contou com alunos e professores e permitiu que ambos percebessem o vínculo entre a paisagem local e os riscos associados a fenômenos naturais, as vulnerabilidades socioambientais, além de observações diretas das cicatrizes de deslizamentos herdadas do evento de 2011. Foram abordadas, durante a visita, as ações de gestão de risco realizadas desde a tragédia pelo poder público e comunidades. Este tipo de estratégia, na qual se constata *in loco* os fatores de risco, permite aos alunos e professores uma experiência de observação e reflexão em conjunto. A importância da atividade de campo em cursos de percepção de riscos geológicos é ressaltada por Ribeiro et al. (2015). Os autores destacam experiências brasileiras que se utilizam desta técnica como, o projeto “Defesa Civil nas Escolas” (PDCE) e o projeto “Defesa Civil Itinerante” (DCI). Ao aprofundar estudos sobre percepção de risco em uma comunidade na cidade

de Salvador, por meio de questionários aplicados aos professores das escolas participantes, Nascimento (2011) constata a visita de campo como uma das estratégias educativas mais eficazes. Deste modo, podemos considerar que pautar as ações educativas na realidade dos participantes, utilizando o território como um grande observatório, é uma estratégia importante que torna a proposta mais eficaz e, consequentemente, produz resultados mais satisfatórios.

Figura 4. Visita de campo para observação da paisagem local, dos riscos associados a fenômenos naturais e das vulnerabilidades socioambientais.

Outras saídas de campo foram estratégias fundamentais para a continuidade das ações educativas. Duas delas ocorreram no campus da UFRJ/Universidade Federal do Rio de Janeiro, na Cidade Universitária da Ilha do Fundão, com objetivo de proporcionar aos alunos a oportunidade de criar relações com a temática da gestão de riscos de desastres socioambientais, por meio de diferentes espaços de ensino e pesquisa. Um roteiro de visita para cada saída foi elaborado, compartilhado e discutido com demais membros da Reger-CD para sugestões. Alunos de graduação e pós-graduação em Geografia envolveram-se na organização, recepção e apoio às atividades, sob orientação de professores da UFRJ. Nestes dois dias de campo foram recebidos cerca de 90 alunos, acompanhados de seus professores. Dentre os pontos altos das visitas, tivemos os depoimentos de alunos de graduação e pós-graduação em Geografia, que contaram suas experiências de inserção na universidade pública, por meio de programas de redução das desigualdades no acesso ao ensino superior. Estes relatos foram importantes para estimular nos visitantes o desejo de pertencer ao ambiente de ensino, pesquisa e extensão propiciado pela universidade. Os alunos da UFRJ que fizeram depoimento neste encontro são moradores de periferia e tiveram muitas dificuldades a vencer para conquistar seu espaço na academia. O

discurso utilizado não foi o da meritocracia, no qual somente o esforço pessoal pode vencer obstáculos, mas sim o da necessidade de conquista de políticas públicas de inclusão que promovam equidade no acesso ao ensino público de qualidade (ALVES FILHO, 2017; BRUNI; SANTORI, 2021). No encerramento de cada saída de campo, foi destacada a importância da participação de moradores de área de risco em projetos de ensino e extensão, no sentido de trazer para a universidade a realidade dos problemas vivenciados no âmbito da gestão de risco de desastres.

Figura 5. Fotografia do encontro entre alunos de graduação e pós-graduação em Geografia e alunos de ensino médio do Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim, realizado no auditório do Instituto de Geociências-UFRJ.

Uma importante iniciativa deste grupo envolvido nas ações de educação da Reger-CD foi a produção de um Atlas de gestão de riscos do Município de Nova Friburgo e da Bacia Hidrográfica do Córrego d'Antas, que está em fase final de revisão. Este trabalho vem sendo construído a partir da realização de oficinas de planejamento participativo com representantes de instituições vinculadas à Reger-CD e moradores da bacia hidrográfica do Córrego d'Antas, nas quais se definiu o conteúdo do atlas. Ademais, nessas oficinas, foi estabelecido um fluxo de trabalho para que os diferentes autores escrevessem distintas partes e que a coordenação do grupo, formada por pesquisadores, pudesse consolidar o trabalho. Com o início da pandemia de Covid-19, o trabalho de elaboração do Atlas foi desacelerado, uma vez que as reuniões presenciais entre pesquisadores e moradores e a realização de trabalhos de campo se tornaram inviáveis. Ferramentas de atuação remota, como e-*mail,* grupos de *WhatApp* e encontros virtuais foram estratégias fundamentais para manter o diálogo entre os participantes, mas não supriram totalmente as necessidades do trabalho, gerando atrasos no desenvolvimento do material.

Atualmente, o Atlas passa por uma revisão por pesquisadores do laboratório Geoheco/UFRJ e por *designers* com objetivo de atualizar as informações e criar uma identidade visual atraente para estudantes.

Em 2020, a continuidade do trabalho da Reger-CD junto às escolas previa uma pesquisa sobre a percepção de risco dos alunos. Com a suspensão das atividades presenciais como medida de contenção da pandemia da COVID-19, parte da pesquisa foi comprometida, pois para sua execução era necessário analisar os questionários, que não puderam ser aplicados de forma presencial. Entretanto, em maio de 2020, um questionário foi adaptado para formato virtual usando a plataforma *Google forms* e enviado aos alunos de Ensino Médio do Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim. O estudo fez uma análise quantitativa e qualitativa sobre a percepção do risco de desastre, com o objetivo de avaliar o nível de consciência dos alunos, suas percepções quanto ao risco e seus conhecimentos prévios em ações de preparação em situações de emergência. Com o retorno de 15 questionários respondidos, ainda de maneira sumária, pode-se afirmar, que os alunos de Ensino Médio, tem boa consciência sobre o risco da ocorrência de desastres, muito provavelmente, por possuírem recordações de desastres passados, como foi o evento de 2011 na Região Serrana. Há evidencia de que a maioria dos alunos já tiveram algum tipo de instrução sobre o que fazer na ocorrência de um desastre.

Com o isolamento social como medida de contenção da pandemia da Covid-19, estão sendo desenvolvidas e testadas atividades remotas como produção de mapas mentais e uso do *Google Earth* para introdução e apropriação crítica dos processos socioambientais que levam a produção dos desastres. A primeira atividade, a produção de mapas mentais, têm como objetivo principal identificar como os alunos percebem os riscos em seu lugar. O indivíduo, ao utilizar formas diferentes de comunicação para expressar algo, realiza uma seleção de dados e informações que considera mais relevante para destacar. Esse fato indica que o mapa não é um reflexo direto da realidade, ele passa por filtros, por leituras particulares que alteram sua dimensão - do geral ao específico (RICHTER, 2011). Os estudos de percepção de risco indicam que as escolhas são amplamente moldadas por fatores sociais e culturais (DI GIULIO et al, 2015). Por estes motivos, acreditamos que a produção dos mapas mentais pelos alunos, como estratégia pedagógica, pode ter o potencial de desvendar dimensões ocultas de como cada indivíduo percebe ou deixa de perceber determinados riscos do seu cotidiano.

A atividade que utiliza Google Earth como ferramenta tem como objetivo ajudar o aluno a perceber possíveis fatores de risco presentes na paisagem, de forma independente, ou seja, não é o professor ou outro mediador da atividade que vai informá-lo. É na dinâmica da exploração do lugar, por meio das imagens do Google

Earth, associada aos questionamentos realizados pelo condutor da atividade, que os alunos vão construindo novas visões sobre o local onde vivem. É importante ressaltar que vários fatores podem influenciar a percepção de um indivíduo ou comunidade. Oferecer informações sobre fatores de risco é importante, mas não basta para que a população tome medidas preventivas. Partimos do pressuposto que a percepção de risco é influenciada pela cultura, condições sociais, escolaridade, grau de confiança nas intuições e nas autoridades responsáveis pela prevenção dos riscos, além das experiências vivenciadas (DI GIULLIO et al, 2015; TAVARES et al 2011; SCHIMDT et al, 2011; SLOVIC; PETERS, 2005).

A pandemia da Covid-19 tornou mais evidente a convivência diária com diferentes riscos que se sobrepõem. O momento exige medidas de prevenção ao novo coronavírus, porém não podemos esquecer que outros desastres como enchentes e/ou deslizamentos poderiam ocorrer simultaneamente em meio à crise pandêmica. Portanto, esperamos que as atividades possam levantar reflexões e despertar o interesse pelo tema e, sobretudo, contribuir para ações relacionadas a redução de risco de diferentes tipologias de desastres.

Considerações Finais

A Reger-CD atualmente é um dos projetos cadastrados como ação de extensão da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O projeto traz para dentro da universidade a realidade dos problemas vivenciados pela comunidade no âmbito da gestão de risco de desastres.

Para os alunos de graduação em Geografia que participam como extensionistas, a experiência da Reger-CD na escola tem sido relevante no sentido de aprender a valorizar o conhecimento e a cultura dos diversos atores envolvidos, incorporando no seu próprio processo pedagógico a diversidade de saberes. Com a atuação dos alunos tanto nas discussões, como na organização destes encontros junto à comunidade escolar, alcançamos outro importante objetivo, proporcionando ao aluno de graduação experiências que o torne um cidadão mais participativo na sociedade. A sua atuação em escolas públicas localizadas em territórios com alta vulnerabilidade socioambiental permite ainda formar professores críticos e pesquisadores comprometidos com os reais problemas da escola pública e, consequentemente, da sociedade.

Dentre os desafios de trabalhar com sub-redes, como o grupo de extensão na escola, encontra-se o risco de fragmentar o processo e perder a conexão do trabalho escolar com as demais ações da rede. Neste sentido, é fundamental que os demais atores da Reger-CD (associação de moradores, instituições parceiras, organizações não-governamentais) estejam envolvidos nas ações promovidas na

escola, integrando educação formal e informal e que os pesquisadores atuantes nas escolas também se envolvam em outras ações da rede.

Manter a rede ativa e articulada é outro desafio. Metodologias participativas exigem dinamismo, constância de ações, renovação de ideias, atores em diálogo e negociação permanente. Portanto, manter esse dinamismo é uma das tarefas primordiais dos articuladores da rede para sua continuidade e, neste sentido, a escola deve ser vista como um núcleo dispersor de informações e de ações coletivas.

A participação de moradores da porção urbanizada da bacia do Córrego d'Antas é um dos limites encontrados nesta experiência de rede. Deste modo, a atuação nas escolas deve ser vista como uma estratégia que contribui para produzir avanços no processo mobilização local em áreas urbanas.

Por fim, nossa experiência tem comprovado que o papel da escola na RRD é tornar-se um espaço de diálogo e de participação social, valorizando diferentes conhecimentos e saberes para produção de novos conhecimentos que contribuam para Implementação do Marco de Sendai.

Referências

ALVES FILHO, Manuel. **A meritocracia é um mito que alimenta as desigualdades**. Entrevista com Sidney Chalhoub, professor titular do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da Unicamp e docente do Departamento de História da Universidade de Harvard (EUA). Jornal da Unicamp. Campinas, 07 jun 2017. Diponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2017/06/07/meritocracia-e-um-mito-que-alimenta-desigualdades-diz-sidney-chalhoub>. Acesso em 22 out. 2021.

BANCO MUNDIAL (Brasil). Avaliação das perdas e danos. Indundações e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro. In: **Banco Mundial.** Brasília. 2012. 63 p. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/pt/260891468222895493/pdf/NonAsciiFileName0.pdf>.

BRASIL. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC**. Brasília, 2008. 132 p. Diponível em: <https://meioambiente.ufrn.br/downloads/plano_nacional_mudanca_clima-PNMC.pdf>.

BRITO, Renato de Oliveira et al. O uso de indicadores para avaliação qualitativa de projetos educativos socioambientais: a gestão participativa no ambiente escolar. **Ensaio**: **Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 27, n. 104, p. 610-630 2019. Diponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/kh58xrKhDXLy8BxVVckfLfD/abstract/?lang=pt>.

BRUNI, Luigino; SANTORI, Paolo**.** Meritocracia? Uma ilusão que justifica as desigualdades. **Revista IHU** (online). Portal do Instituto Humanitas Unisinos

– RS. São Leopoldo, 06 mai 2021 – Diponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/608998-meritocracia-uma-ilusao-que-justifica-as-desigualdades>. Acesso em: 21 set. 2021.

COELHO NETTO, Ana Luiza, et al. January 2011: the extreme landslide disaster in Brazil. **Proceedings of the Second World Landslide Forum**, 3-7, Rome, Italy. 2013.

COPPETEC. Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos. Laboratório de hidrologia e estudos de meio ambiente. Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro R3-A - Temas técnicos estratégicos RT-03 - **Vulnerabilidade a Eventos Críticos, v. 2** - Ocorrências de Desastres Naturais entre 2000 e 2012 por Região Hidrográfica. Rio de Janeiro, 2014. 120 p.

CRUZ, Dayana Aparecida Marques de Oliveira. **Usos e possibilidades do Google Earth no ensino de Geografia.** São Carlos: Portal de Cursos Abertos da UFSCar, 2020. Disponível em: <https://inovaeh.sead.ufscar.br/cursos/usos-possibilidades-google-earth-ensino-geografia>. Acesso em: 20 jun. 2020.

DCESC (Brasil). **Programa Defesa Civil nas Escolas:** em defesa do cidadão – preparando um futuro melhor. In: Defesa Civil do Esatdo de Santa Catarina. Florianópolis. 2013. Dsiponível em: <https://www.defesacivil.sc.gov.br/noticias/programa-defesa-civil-nas-escolas/>.

DI GIULIO, Gabriela Marques et al. Percepção de risco: um campo de interesse para a interface ambiente, saúde e sustentabilidade. **Saude & Sociedade**. São Paulo, v. 24, n. 4, p.1217-.1231, Out/Dez 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902015136010>.

FREITAS, Leonardo Esteves de et al. Collective production of a video on management risks associated with mass movements under RIMAN-CD: strengthening disaster risk management culture and climate change adaptation. In: LEAL FILHO, Walter; FREITAS, Leonardo Esteves de (Org**.). Climate Change Adaptation in Latinamerican:** Managing Vulnerability, Fostering and Resilience. 1ed.Nova York: Springer Publishing Services, 2017, v. 1, p. 321-338.

FREITAS, Leonardo Esteves de et al. Community, University and Government Interactions for Disaster Reduction in the Mountainous Region of Rio de Janeiro, Southeast of Brazil. In: LEAL FILHO, Walter; AZEITEIRO, Ulisses; ALVES, Fátima. (Eds). **Climate Change and Health:** improving resilience and reducing risks. Nova York: Springer Publishing Services, 2016, p. 313-328.

FREITAS, Leonardo Esteves de; COELHO NETTO, Ana Luiza. Gestão de riscos de desastres e participação popular: lições aprendidas e a relevância da educação para a consolidação da rede de gestão de riscos da bacia hidrográfica do Córrego d'Antas (Reger-CD), Nova Friburgo/RJ. **Giramundo**, Rio de Janeiro,

v. 4, n. 7, p. 89-101, Jan/Jun 2017. Diponível em: <https://www.cp2.g12.br/ojs/index.php/GIRAMUNDO/article/view/2177>.

FREITAS, Leonardo Esteves de; COELHO NETTO, Ana. Luiza. Gestão de Riscos de Desastres relacionados a deslizamentos sob a perspectiva da ecologia de saberes: desafios à rede para gestão de riscos da bacia do Córrego d'Antas. **Territorium,** Coimbra, v. 29, n. 1, p. 99-118 2021. Diponível em: <https://doi.org/10.14195/1647-7723_29-1_9>.

HAMANN, Bruna et al. Práticas educativas para a prevenção e mitigação aos riscos de desastres**. Expressa Extensão**, v.24, n.3, p. 197-208, Set/Dez 2019. Disponínel em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/expressaextensao/article/view/16266>.

JIMÉNEZ-DENIS, Osmel et al. La educación para la percepción de riesgos de desastres como prioridad del trabajo educativo en la escuela cubana. **Revista Electrónica Educare.** Havana, v. 21, n 3, p. 1-12, Sep/Dic 2017.

MARCHEZINI, Victor et al. Vulnerabilidade escolar frente a desastres no Brasil. **Territorium**, Coimbra, v. 2, n. 25. p. 161-177 2018. Diponível em: <https://doi.org/10.14195/1647-7723_25-2_13>.

MATSUO, Patricia Mie et al. Redução de riscos de desastres na produção sobre educação ambiental: um panorama das pesquisas no Brasil**. Revista Pesquisa em Educação Ambiental.** Rio Claro, v. 14, n. 2, p. 57-71 2019. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.2019-14275>.

NASCIMENTO, Maria de Fátima Falcão. Percepção de risco: a visão dos atores sociais da comunidade de Padre Hugo, bairro de Canabrava, Salvador – Bahia. **Revista VeraCidade**. Salvador, Ano VIII, n. 12, Set 2012. Diponível em: <http://www.veracidade.salvador.ba.gov.br/v8/pdf/artigo4.pdf>.

ONU (Estados Unidos). Campanha da ONU para tornar hospitais e escolas mais seguros: Iniciativa convida comunidades, instituições, indivíduos comuns e empresas para participar; campanha faz parte parte da Estratégia Internacional de Redução de Desastres da ONU, Isdr. In: **ONU News**. Nova York, 9 abr. 2010. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2010/04/1339101-campanha-da-onu-para-tornar-hospitais-e-escolas-mais-seguros-portugues-brasil>. Acesso em: 9 set. 2021.

RIBEIRO, Rogerio Rodrigues Riveiro et al. A redução dos riscos de desastres começa na escola: estudo de caso em campos do jordão, SP. **XV Congresso brasileiro de geologia e engenharia ambiental**, Bento Gonçalves – RS. 2015. Diponível em: <https://pt.slideshare.net/mjbrollo/a-reduo-dos-riscos-de-desastres-comea-na-escola-estudo-de-caso-em-campos-do-jordo-sp>.

RICHTER, Denis. **O mapa mental no ensino de geografia: concepções e propostas para o trabalho docente**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. (Coleção PROPG Digital - UNESP). ISBN 9788579832277. Disponível em: <

<http://hdl.handle.net/11449/109202>.

SANTOS, Boaventura Sousa. **Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes.** São Paulo: Novos estudos-CEBRAP, 2007 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000300004&script=sci_arttext>. Acesso em jun 2016.

SCHMIDT, Luiza e al. Mudanças climáticas e económicas na costa portuguesa: percepções das comunidades, justiça social e democratização. **VII Congresso de investigação em sociologia**, Porto – Portugal. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/23677>.

SILVA FILHO, André Luiz da et al. A importância da educação para formação de sociedades resilientes. **Revista Tamoios**. São Gonçalo – RJ, ano 16, n. 3, p. 114-127, Jul/Dez 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/48606/36514>.

SINDEC (Brasil). Projeto Defesa Civil na Escola. In: **Secretaria da Infraestrutura, Habitação e Defesa Civil**. Salvador. 2016. Disponivel em: <http://defesacivil.salvador.ba.gov.br/images/pdf/PDCE-atualizado.pdf>.

SLOVIC, Paul; PETERS, Ellen. Risk Perception and Current Directions. **Psychological Science.** Washington, v.15, n. 6, p. 322-325, 2006

SUBDEC (Brasil). Projeto Defesa Civil nas Escolas. In: **Subsecretaria de Defesa Civil**. Rio de Janeiro. 2016. Disonível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6319923/4167045/PDCE201627072016.pdf>.

TAVARES, Alexandre et al. Percepção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: o caso de Portugal continental. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Coimbra, v. 93, p. 167-193, Jun 2011. Disponível em: <https://eg.uc.pt/handle/10316/25449>.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo. Cortez, 2006. 112 p. ISBN: 9788524911705.

UNICEF (Estados Unidos). Campanha A redução de desastres começa na escola. In: **Fundo das Nações Unidas para a Infância**. Nova York. 2006. Diponível em: <http://www.unicef.org/lac/dipecho/docs/brochure.pdf>. Acesso em: 5 set. 2021.

UNISDR (United States of America). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (Sendai Framework). In: **United Nations Office for Disaster Risk Reduction.** New York. 2015. Disponível em: <https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf>.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES SOCIOAMBIENTAIS: UM ESTUDO SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS MUNICIPAIS EM ZONAS COSTEIRAS

NATURE-BASED SOLUTIONS FOR SOCIO-ENVIRONMENTAL DISASTER RISK REDUCTION: A STUDY ON MUNICIPAL PUBLIC POLICIES IN COASTAL ZONES

Henrique Almeida Forini[1]
Luciana de Resende Londe[2]
Marcos Pellegrini Coutinho[3]
Victor Marchezini[4]
Samia Nascimento Sulaiman[5]

Introdução

A forma de pensar o futuro ambiental vem se modificando nas últimas décadas. Se antes havia a expectativa de que avanços tecnológicos resolveriam alguns dos problemas ambientais atuais, esta ideia vem sendo substituída pela constatação de que os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pelo antropoceno não poderão ser superados apenas com uso da tecnologia (ROQUE, 2021). O antropoceno se caracteriza como uma era em que as atividades humanas têm afetado globalmente o funcionamento do sistema terrestre, como a perda da biodiversidade, a acidificação do solo e dos oceanos, bem como alteração do ciclo hidrológico (ARTAXO, 2014).

Neste contexto de mudanças praticamente inevitáveis no clima, é necessário planejar ações de adaptação, que consistem em um processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos, a fim de amenizar danos e/ou explorar oportunidades benéficas (IPCC, 2022). A adaptação pode envolver vários aspectos, como a transição energética (substituição das fontes de energia para fontes sem carbono), o incentivo ao uso do transporte público, obras de engenharia e inovações tecnológicas. Nas questões ambientais há muito a ser feito, como o combate ao desmatamento, a proteção de mananciais de água e as iniciativas de preservação de espécies. As abordagens de adaptação devem

1 Mestre em Desastres Naturais (UNESP/Cemaden), colaborador no Cemaden – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3739-3456. E-mail: forini.henrique@gmail.com.
2 Doutora em Sensoriamento Remoto (INPE), Pesquisadora em Desastres no Cemaden. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6494-0486. E-mail: luciana.londe@cemaden.gov.br.
3 Doutor em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis (Universidade Federal de São Carlos), colaborador no Cemaden. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1692-9098. E-mail: mzpcout@gmail.com.
4 Doutor em Sociologia (Universidade Federal de São Carlos), Pesquisador em Desastres no Cemaden. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1974-0960. E-mail: victor.marchezini@cemaden.gov.br.
5 Doutora em Educação (Universidade de São Paulo), Professor do Magistério Superior da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2789-2286. E-mail: samia.sulaiman@gmail.com.

considerar as interdependências entre ambiente, economia, sociedade e clima (SINISGALLI *et al.*, 2019). As Soluções baseadas na Natureza (SbN) fazem parte destas estratégias de redução dos impactos das mudanças climáticas, contribuindo para a redução de riscos e desastres, diminuindo a extinção de espécies e garantindo segurança climática. SbN podem ser definidas como um conjunto de abordagens que se baseiam na interação sustentável entre natureza e sociedade a partir dos benefícios oferecidos pelos serviços ecossistêmicos como forma gerar bem estar a sociedade ao mesmo tempo que protege a biodiversidade do planeta (ONU, 2019; FRAGA; SAYAGO, 2020).

As SbN também podem ser empregadas como estratégias para redução de riscos e desastres (RRD) (YOUNG *et al*., 2019; CARBONE *et al*., 2021). As políticas públicas de redução de riscos podem contemplar ações estruturais - como política habitacional para provimento de moradias em áreas sujeitas a risco de inundação e escorregamento, saneamento básico, melhoramento da drenagem urbana, preservação de áreas de proteção ambiental - e não-estruturais, em que se incluem planos de contingência, campanhas educativas, formação de Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDECs), criação de sistemas de alerta, entre outros (CARVALHO, 2015).

Considerando as interconexões entre as ações estruturais e estruturantes previstas para SbN e RRD, este trabalho busca analisar estas relações através de políticas públicas do município de Santos-SP, apontando oportunidades e limites destas relações e identificando possibilidades de aplicação para outros municípios costeiros. As análises têm enfoque para o risco de desastres associados a escorregamentos, que causaram muitas perdas humanas e materiais no município (NOGUEIRA, 2002). Atualmente quase sete mil pessoas estão expostas a esse risco nos morros ou proximidades em Santos (IBGE, 2018), e são escassos os estudos científicos sobre as relações entre SbN e RRD associados a escorregamentos.

Riscos e vulnerabilidades a desastres no Brasil

A população brasileira tem sido afetada por inúmeros desastres, com prejuízos econômicos estimados em R$333,36 bilhões entre 1995 e 2019 (BANCO MUNDIAL, 2020). Recentemente, na cidade de Petrópolis, no Rio de Janeiro, houve 233 óbitos após inundações e escorregamentos, além de mais de 600 pessoas desabrigadas (PUENTE, 2022). Na Região Nordeste, aproximadamente 40 municípios em Pernambuco decretaram Situação de Emergência[6] devido a desastres associados a inundações e escorregamentos de encostas, com mais de 120 mortes (AGÊNCIA BRASIL, 2022).

O estudo sobre população vulnerável exposta em áreas de riscos de inundações, enchentes e escorregamentos, realizado em 2018 pela parceria entre o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), mostrou que a população ocupando áreas de risco em 872 municípios era de aproximadamente 8.270.127 pessoas. A Região Sudeste tem o maior contingente populacional residindo em áreas de risco, com 4.266.301 pessoas (IBGE, 2018).

As projeções climáticas para o país têm indicado uma continuidade nas tendências de extremos de tempo e clima nas zonas costeiras, com indicações de eventos de chuva mais intensos e frequentes nas regiões Sudeste e Sul e de secas no Nordeste, o que pode aumentar o número de desastres associados a inundações, escorregamentos e secas (PBMC, 2016).

Essa exposição da população brasileira aos riscos deve-se, entre outros fatores, ao rápido processo de urbanização que ocorreu junto à expropriação das terras no campo, conduzindo uma massa de trabalhadores(as) rurais a residir em áreas suscetíveis a inundação ou escorregamentos nas cidades (SOUZA *et al*., 2019; SILVA *et al*., 2019). Atualmente, cerca de 85% da população brasileira está concentrada em cidades e 25% vivem nas principais regiões metropolitanas. Esta expansão urbana aconteceu acompanhada de uma crescente demanda por recursos naturais, com avanços sobre áreas de proteção ambiental (PEREZ *et al*., 2020; DEVECCHI *et al*., 2020), além de problemas ambientais envolvendo, por exemplo, a destinação de lixo, o abastecimento de água e o acesso ao saneamento básico que afetam os mais pobres (IBGE, 2018; PBMC, 2016; SOUZA *et al*., 2019). Assim, as condições sociais como a situação de moradia, o acesso aos serviços de saúde, o acesso a saneamento básico são fatores que influenciam expressivamente a vulnerabilidade das populações expostas a desastres socioambientais (WISNER *et al*., 2012; SAITO *et al*., 2019).

Consequentemente, essa aglomeração de habitantes em cidades causou mudanças expressivas nas características de uso e ocupação do solo, o que resultou na redução dos ecossistemas e na perda de biodiversidade (SILVAL *et al*., 2019).

Um dos ecossistemas seriamente afetados é a Mata Atlântica, que engloba 17 estados brasileiros e tem mais de 70% da população brasileira vivendo em sua área (CHUCRE *et a*l., 2014; WWF, 2021). A vulnerabilidade desse bioma, no Estado de São Paulo, também está relacionada à construção das rodovias Anchieta (1939-1953) e Imigrantes (1974-2002), consideradas como parte das estratégias de desenvolvimento econômico do país. (CHUCRE *et al*., 2014). Esses empreendimentos atraíram trabalhadores de todo o Brasil, porém muitos destes passaram a morar em domicílios precários em áreas com alto risco de escorregamento de encostas (CHUCRE *et al,* 2014). Em razão dessas políticas

de desenvolvimento econômico, atualmente restam apenas cerca de 12 % de cobertura original da Mata Atlântica, o que é inferior ao limite mínimo para a sua preservação, estimado em 30% (BETHÔNICO, 2019). Como os problemas sociais e ambientais estão conectados em relação à construção social dos riscos e desastres, tem-se observado o aumento de habitações informais e loteamentos clandestinos em áreas de riscos e da exposição a perigos como inundações, erosões e movimentos de massa (PBMC, 2016).

Nesta perspectiva, este estudo considera a vulnerabilidade a desastres como um processo socialmente construído, ou seja: deve ser compreendida por meio das dinâmicas sociais, políticas e econômicas que afetam o ambiente e acentuam riscos e exposições (OLIVER-SMITH *et al*., 2017; KELMAN, 2019; RAJU *et al*., 2022). Desta forma, processos de urbanização e desenvolvimento mal planejados, injustiças sociais e ambientais e marginalização devido à religião, etnia, gênero ou idade influenciam a intensidade do impacto de eventos climáticos que atingem populações que vivem em áreas de risco (WISNER *et al*., 2012; RAJU *et al*., 2022).

Estas desigualdades e vulnerabilidades socioeconômicas elevadas também se refletem na capacidade de enfrentamento de riscos e eventos adversos, pois as pessoas lidam com um desastre e se recuperam dos impactos de formas diferentes, sobretudo em razão da desigualdade referente à proteção ambiental e ao acesso a recursos econômicos (PEREZ *et al*., 2020; LONDE *et al*., 2018).

A importância dos recursos naturais no contexto de riscos e desastres

Os ecossistemas são um aspecto chave nas ações de RRD, mitigação[7] e adaptação às mudanças do clima: através dos serviços ecossistêmicos se obtêm uma série de efeitos benéficos à sociedade e ao ambiente, como fertilidade do solo, água limpa, provisão de alimentos e regulação climática.

As soluções baseadas na natureza (SbN) são abordagens que se inspiram nos serviços ecossistêmicos para promover benefícios sociais, ambientais e econômicos para a sociedade (FRAGA; SAYAGO, 2020). Esses benefícios podem ser obtidos por meio de projetos de renaturalização de rios, florestas urbanas, telhados verdes, agricultura urbana, zonas permeáveis, entre outros, contribuindo para desenvolver a resiliência e a sustentabilidade nas cidades diante dos desafios decorrentes das mudanças climáticas e desastres (HERZOG; ROZADO, 2019). As SbN podem ser entendidas como um conceito “guarda-chuva” que abrange práticas e políticas relacionados à infraestrutura verde e adaptação baseada em ecossistemas (AbE), por exemplo (CARBONE *et al*., 2021).

Em 2019, a Organização das Nações Unidas (ONU) publicou o “Manifesto por Soluções Baseadas na Natureza para o Clima”, a fim de salientar que

os investimentos adequados em SbN poderão contribuir para a redução das consequências financeiras decorrentes da mudança do clima, geração de novos empregos, aumento da resiliência urbana e redução da pobreza.

A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) é um dos conceitos contidos nas SbN. A Convenção sobre Diversidade Biológica (2009) considera que:

> Adaptação baseada em Ecossistemas é o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como parte de uma estratégia integral de adaptação, a fim de ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança do clima.

A AbE é um consenso entre negociações ambientais internacionais, como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança no Clima (UNFCCC), a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) (GIZ, 2015).

A agência Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ, 2015) amplia o conceito proposto pela CDB, enfatizando os objetivos de características antropocêntricas:

> A adaptação baseada em ecossistemas tem como objetivo aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade das pessoas à mudança do clima através do uso sustentável e da conservação dos ecossistemas. Em contraste às abordagens de gestão convencional de recursos naturais e da biodiversidade, a AbE, intencionalmente, avalia e seleciona medidas no contexto de uma estratégia de adaptação global. Apesar de as medidas de AbE utilizarem-se dos ecossistemas para a adaptação à mudança do clima, trata-se de uma abordagem antropogênica que, em particular, utiliza a capacidade dos ecossistemas em fornecer os chamados serviços ecossistêmicos. Estes também são chamados de “infraestrutura verde” e podem ser vistos como complementares ou substitutos das medidas “cinzas” ou de infraestrutura convencional. Como exemplo, tem-se a capacidade dos ecossistemas em fornecer serviços diretos, como alimentos e material de construção, assim como serviços indiretos como a purificação da água ou a polinização (MULLER, p.1, 2015).

Para Scarano (2017), esse tipo de adaptação pode ser um instrumento chave para conduzir a transição entre o modelo de desenvolvimento convencional, baseado na exploração da natureza para obtenção de lucros, em detrimento do bem-estar geral da população, para o desenvolvimento sustentável, que visa equilibrar

as demandas sociais e econômicas com a proteção dos ecossistemas (IPCC, 2022). Assim, para se adequar ao modelo de AbE, as políticas de conservação da biodiversidade, como gestão de áreas protegidas e gestão comunitária de áreas verdes, precisam ser combinadas com os mecanismos de redução da pobreza, de desenvolvimento e de mitigação de carbono (SCARANO, 2017).

A importância da AbE no contexto de RRD pode ser pensada através destas ações e políticas mencionadas. As medidas de RRD visam prevenir e evitar riscos novos e existentes de desastres, contribuindo para o fortalecimento da resiliência e da sustentabilidade local (UNDRR, 2017), e tendem a ser mais eficientes e benéficas às populações vulneráveis se articuladas com práticas de conservação e recuperação dos ecossistemas (CARVALHO, 2015; YOUNG *et al*., 2019; CARBONE *et al*., 2020).

Os efeitos de inundações, por exemplo, podem ser minimizados com a manutenção da vegetação nativa nas planícies de inundação de áreas urbanas, que podem funcionar como zonas de amortecimento das águas que extravasam os leitos naturais dos cursos d'água e de lagoas naturais e/ou artificiais (KOBIYAMA *et al*., 2012; SILVA *et al*., 2015). As florestas nativas também auxiliam na proteção contra escorregamentos de terra, podendo evitar ou minimizar danos sociais e materiais (ICLEI, 2015). A presença de florestas em topos de morros interceptam a água da chuva, e a presença da serrapilheira protege o solo dos impactos diretos causados pela água, impedindo a erosão, a lixiviação e a compactação do solo (TAMBOSI *et al.*, 2015), o que também diminui o escoamento superficial pelas encostas e consequentemente os riscos de escorregamentos (KOBIYAMA *et al*., 2012; TAMBOSI *et al*., 2015)

A infraestrutura verde permite à população se adaptar a eventos climáticos extremos, ao mesmo tempo que oferece benefícios ambientais, econômicos e sociais (SOLERA *et al*., 2020). Esse tipo de infraestrutura pode ser incorporado ao planejamento urbano, uma vez que preservar os recursos naturais é uma ação central para estimular o desenvolvimento sustentável das cidades (SOLERA *et al*., 2020; FRAGA; SAYAGO, 2020). A infraestrutura verde pode ser entendida como uma rede interconectada de áreas verdes naturais e outros espaços abertos que preservam funções ecológicas, asseguram ar e água limpos, entre outros benefícios para a sociedade e para a vida silvestre (SOLERA *et al*., 2020). Contudo, quando a infraestrutura verde se mostrar limitada, pode ser combinada com a infraestrutura cinza, em uma abordagem híbrida, com a finalidade de aumentar a efetividade das medidas estruturais contra desastres (CARVALHO 2015; SOLERA *et al*., 2020).

A fim de integrar todos os benefícios das SbN, o planejamento territorial deve incorporar não somente soluções como arborização de vias, construção de zonas permeáveis e implantação de áreas de proteção ambiental, mas precisa

também buscar uma articulação efetiva com outros setores, principalmente com base em instrumentos existentes (planos de recursos hídricos, planos diretores, plano de mudança climática, plano de recuperação ecológica, etc.) (SCARANO, 2017; CARBONE *et al*., 2021). Esta integração entre planos e ações, em nível local, pode ser uma estratégia adequada para reduzir a vulnerabilidade da população a riscos e desastres. Por estas características apresentadas, as medidas relacionadas às SbN são consideradas do tipo "no regret", ou seja: ações que não provocam arrependimento e que geram benefícios, mesmo quando não atingem os objetivos planejados.

No Brasil, porém, há ainda uma resistência em usar medidas de SbN, porque tanto a formação dos profissionais de engenharia quanto as ações implementadas pelos órgãos governamentais tendem a priorizar medidas baseadas em infraestrutura cinza (DEVECCHI *et al.*, 2020).

Além disso, ainda não há consenso sobre o conceito de SbN, visto que diferentes instituições e atores apresentam divergências em suas definições (FRAGA; SAYAGO, 2020). Neste estudo usamos como referência artigos e relatórios referentes a medidas de proteção e recuperação da vegetação nativa e de redução de riscos e desastres (Tabela 1).

Tabela 1. Articulação entre SbN e RRD.

Abordagens de SbN para RRD	Exemplos
Restauração de ecossistemas	Adaptação baseada em ecossistema, envolvimento da população em ações de restauração de paisagem florestal, restauração ecológica de encostas de morro e topos de morros, recuperação e conservação de lagos e rios, em áreas com riscos de inundações, enchentes e escorregamentos
Medidas de infraestrutura verde ou híbrida	Parques lineares, telhado verde, áreas com pavimentação permeável, jardim de chuva, bacias de infiltração, florestas urbanas em cidades e/ou bairros com histórico de riscos e desastres associados a perigos climáticos
Gestão baseadas em ecossistemas	Gerenciamento integrado de áreas costeiras, gerenciamento integrado de recursos hídricos, proteção de manguezais, corredores verdes, etc., articulado com a gestão de riscos de desastres nos municípios

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estas abordagens em SbN para RRD são orientadas por uma perspectiva sistêmica e, por isto, abrangem diversos desafios socioambientais e econômicos. Atualmente elas embasam diversas ações, em diferentes países e regiões, de RRD, enfrentamento das mudanças climáticas e busca por resiliência e desenvolvimento sustentável (CARBONE *et al*. 2021). Mas é importante

destacar que para as SbN contribuírem de fato para a RRD, precisam incluir práticas transdisciplinares, ou seja: devem envolver governos locais, ONGs e comunidades expostas em áreas de riscos de desastres.

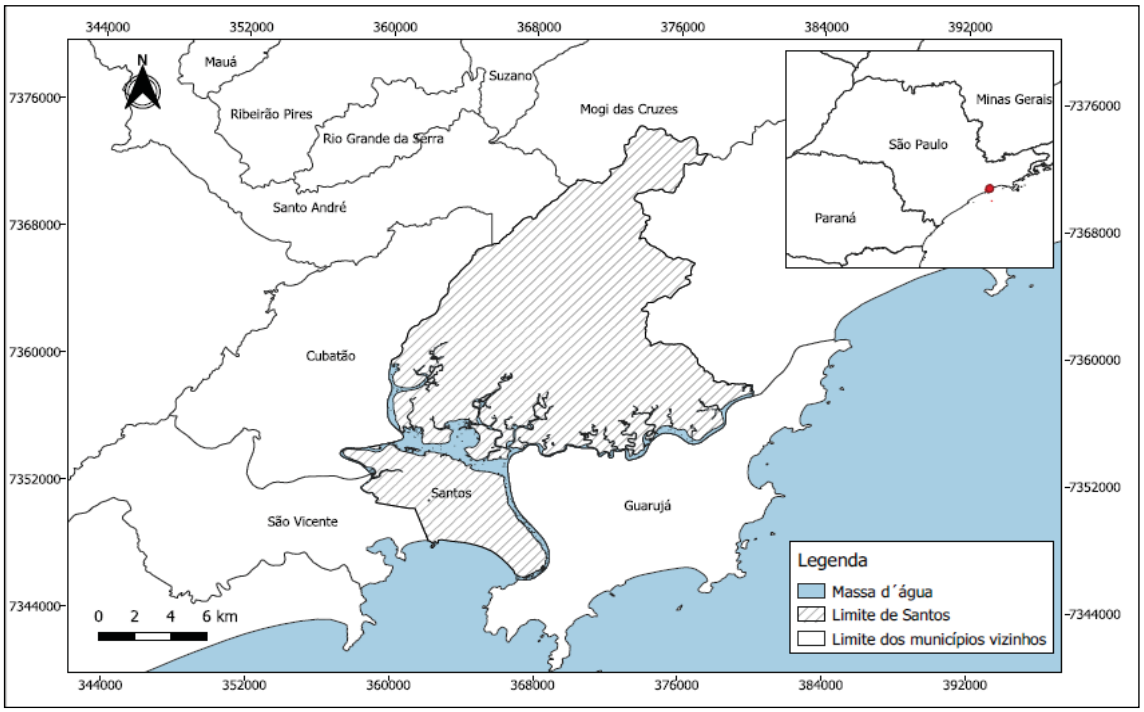
Um exemplo destas práticas é o projeto Mutirão Reflorestamento, no Rio de Janeiro, desenvolvido pela Secretaria de Meio Ambiente, iniciado em 1986, que envolveu comunidades nas ações de plantio. Os moradores dessas comunidades foram contratados e receberam formação para participar do programa. Foram criados mais de mil empregos, cinco viveiros para produzir espécies nativas, cerca de 90.000 plantas por mês. Em 2016, a zona reflorestada já possuía 9 milhões de árvores plantadas no âmbito de 166 projetos (HERZOG; ROZADO, 2019).

Este tipo de medida deriva da compreensão de que o próprio ecossistema é capaz de oferecer serviços importantes à adaptação à mudança do clima, mas há necessidade de se coproduzir essas ações de adaptação em áreas de riscos junto com a população, buscando compreender não apenas suas necessidades e vulnerabilidades, mas também suas capacidades e seu entendimento acerca dos riscos no espaço em que vivem.

Métodos e área de estudo

Aspectos gerais do município de Santos-SP

O município de Santos, localizado no litoral sul do Estado de São Paulo, é um dos mais antigos do Brasil. Seu povoamento começou por volta de 1540, e atualmente sua população está situada na parte leste da Ilha de São Vicente. Santos tem um território de 271,2 km², dos quais 39,4 km² são de área insular, e 231,6 km² são de área continental (GUTJAHR *et al*., 2010) (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Localização da área de estudo - SP.

O clima do município é caracterizado como litorâneo úmido, com verões que são quentes e úmidos, apresentando uma pluviosidade média acima de 250 mm no mês de janeiro, enquanto os invernos são marcados pelas temperaturas mais amenas e pela menor ocorrência de chuvas (pluviosidade média em torno de 55 mm em agosto). A precipitação média anual é de aproximadamente 2.350 mm, e com uma temperatura média de 21,8 ºC (NOGUEIRA, 2002; GUTJAHR *et al*., 2010).

Do ponto de vista sociodemográfico e econômico, a estimativa realizada pelo IBGE (2017) indica que o município possuía, em 2016, 434.742 habitantes, com um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R$ 51.829,99 e um elevado Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM): 0,840, o sexto maior do país (IBGE, 2017).

Riscos, vulnerabilidades e desastres associados a escorregamentos em Santos-SP

Localizado na Mata Atlântica, o município de Santos apresenta diversos problemas relacionados a questões ambientais e sociais: crescimento urbano acelerado, especulação imobiliária, instalação de grandes pólos industriais, petroleiros e portuários (NOGUEIRA; 2002), construção de rodovias e desigualdade social. Este município está sujeito a vários riscos de desastres, como aumento do nível do mar (MARENGO *et al*., 2017), escorregamentos de terra (FERREIRA, 2016; NOGUEIRA, 2002) e inundações (NUNES *et al*., 2019). Além disso,

Santos foi uma das primeiras cidades estabelecidas no Brasil e neste território há patrimônios históricos centenários de localização próxima a áreas de risco.

A pressão por moradia e o processo de adensamento urbano em Santos agravam os riscos de desastres, pois os valores praticados no mercado imobiliário não são acessíveis à população de baixa renda, que passa a ocupar morros, encostas e áreas de preservação (ZUNDT, 2006). A ocupação dos morros para fins urbanos teve início no começo do século XX, quando imigrantes espanhóis e portugueses, operários na construção dos cais de Santos e da Ferrovia Santos-Jundiaí, construíram assentamentos de chalé de madeira nas encostas dos morros São Bento e Pacheco (NOGUEIRA, 2002). A localização dos morros próximos aos principais pólos de trabalho, associada à falta de moradia a custo acessível, conduziu essa população para as encostas dos morros, que estavam abandonadas como locais inadequados para cultivo (NOGUEIRA, 2002).

Em 1920, Santos já tinha uma população de aproximadamente 102.589 habitantes, caracterizada pela heterogeneidade urbana: junto à orla estavam as classes mais abastadas, a maioria ligada aos negócios do café, enquanto na região central havia áreas degradadas, cortiços e instalações como moinhos e armazéns (FERREIRA, 2016). Ao longo dos anos, novos bairros foram criados entre o centro e a orla, ocupados principalmente por operários durante a expansão urbana impulsionada pela Via Anchieta, inaugurada em 1947. Mas com a chegada da classe média nesses bairros, as famílias dos proletários foram deslocadas para outras áreas, como morros e várzeas (FERREIRA, 2016). Estas características de ocupação excludente continuaram ao longo do último século: a população de classe média no Estado de São Paulo buscava com frequência os espaços litorâneos, demandando residências para uso eventual, destinadas para uso durante feriados e finais de semana (SILVA, 2010). Os espaços de Santos chegaram à saturação ao final da década de 1960, e os efeitos da dinâmica da ocupação do espaço foram intermediados pela especulação imobiliária, o que resultou na segregação espacial, contribuindo para o deslocamento de significativos contingentes populacionais para áreas inadequadas para ocupação, como morros e margens de rios, enquanto as classes mais ricas se fixaram nas áreas próximas à orla, em habitações verticalizadas (NOGUEIRA, 2002; ZUNDT, 2006; SILVA, 2010).

Em decorrência destas características de ocupação, o município apresenta graves problemas que afetam o funcionamento dos sistemas naturais e sociais (DIAS *et al.*, 2015). A expansão urbana mal planejada é um condicionante das vulnerabilidades, visto que a urbanização geralmente é produto das relações de mercado, que tratam o solo como mercadoria seguindo a lógica de lucro, refletindo o modelo de desenvolvimento excludente, conduzido por determinados interesses que geram cada vez mais desigualdades no espaço

urbano (JACOBI; SULAIMAN, 2016; MOREIRA, 2018). Esse processo resultou em riscos diferenciados no território a partir de fenômenos como gentrificação, periferização, ocupação excessiva de áreas desprovidas de infraestrutura urbana básica, aumentando a vulnerabilidade da população exposta em áreas de risco (MOREIRA, 2018; LONDE *et al*., 2018; SAITO *et al*.,2019).

Apesar da exploração da vegetação para expansão da rede urbana e das atividades industriais na região, ainda existe razoável diversidade de ambientes naturais, com áreas preservadas da Mata Atlântica e fragmentos de seu bioma, como os manguezais. Além disso, tem-se a presença de áreas legalmente protegidas, como o Parque Estadual da Serra do Mar (MOREIRA, 2018).

Análise documental

O instrumental teórico-analítico deste trabalho se baseia no entendimento de que o desastre é uma construção social, ou seja, resulta de processos influenciados por ações humanas (WISNER *et al*., 2012; OLIVER-SMITH *et al*., 2016). Compreendemos então que tanto a vulnerabilidade a desastres como as possíveis soluções devem ser analisadas sob uma perspectiva social e histórica.

Nos últimos anos, o município de Santos tem elaborado algumas políticas públicas para enfrentamento de riscos de desastres. Entretanto, ainda são escassos os estudos científicos voltados à análise crítica, a fim de aperfeiçoá-las. Esta pesquisa foi realizada com base na sistematização e análise de documentos relacionados a medidas de RRD e SbN de Santos (Tabela 2) e de instituições internacionais e nacionais (Tabela 3). Também foram consultados dados históricos, demográficos e econômicos de diferentes fontes, tais como IBGE, Prefeitura Municipal de Santos e Defesa Civil de Santos A pesquisa e análise documental foram complementadas pela revisão bibliográfica de dissertações e teses com foco na área de estudo, com vistas a identificar informações documentais sócio-históricas.

Tabela 2. Principais documentos analisados do município de Santos-SP.

Natureza	Instituição responsável	Título	Ano
Relatório técnico	IPT	PMRR - Plano Municipal de Redução de Riscos de Santos-SP	2012
Relatório	Prefeitura de Santos	PMMCS - Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos-SP	2016
Plano	Prefeitura de Santos	PMMA - Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Santos-SP	2021

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3. Principais documentos analisados sobre SbN e RRD.

Natureza	Instituição responsável	Título	Ano
Lei	Governo Brasileiro	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/12)	2012
Apostila	ICLEI	Adaptação baseada em Ecossistemas: oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas	2015
Guia	GIZ	Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE)	2015
Plano	Governo Brasileiro	Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa	2017
Relatório	UNDRR	Relatório do grupo de trabalho de especialistas intergovernamentais sobre indicadores e terminologia relacionados à RRD	2017
Nota	ONU	Manifesto por Soluções Baseadas na Natureza para o Clima	2019
Relatório	Comissão Europeia	Diálogo Setorial UE-Brasil sobre soluções baseadas na natureza.	2019
Caderno Técnico	MDR	Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos de Desastres	2021

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com propósito de analisar os planos relacionados a Santos, foram elaboradas questões com base na leitura de artigos e documentos (Tabela 2) referentes à RRD e SbN, como forma de compreender a possível articulação desses planos municipais:

1- Considera medidas relacionadas à SbN?
2- Considera riscos de desastres?
3- Considera riscos de escorregamentos?
4- Considera práticas relacionadas à Educação Ambiental?
5- Considera pessoas com deficiência visual, cadeirantes e outros tipos de necessidades?
6- Considera ações direcionadas a públicos específicos, de acordo com gênero, etnia, faixa etária?
7- Considera clima e mudanças climáticas?
8- Atribui responsabilidades a setores específicos?
9- Envolve comunidades locais?

Resultados e discussão

Considerando a susceptibilidade a desastres e as várias características de Santos, alguns planos foram desenvolvidos para escala municipal, direcionados aos temas de RRD, mudanças climáticas e proteção da Mata Atlântica: em 2012, o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR); em 2016, o Plano Municipal de Mudança do Clima (PMMCS); e, em 2021, o Plano Municipal de Conservação

e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) (Figura 2). Cada um destes planos apresenta estratégias e metodologias próprias. A análise deste artigo enfatiza os riscos de escorregamentos e a população vulnerável que reside nos morros da área insular, mas é importante considerar que alguns desses planos analisados também consideram riscos relacionados a inundações e à elevação do nível do mar.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2. Principais planos municipais analisados.

Análise e comparação dos planos municipais de Santos

O PMRR, elaborado em 2005 e revisado em 2012, é baseado no conhecimento dos riscos associados a escorregamentos e processos correlatos nas áreas de assentamento precário do município (IPT, 2012). Este plano contempla as áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos, quedas de blocos e solapamentos de margens de córregos) que atingem moradias localizadas em relevos desfavoráveis à ocupação (áreas de risco)[8]. Os principais objetivos do plano atual são:

a) Intervenções estruturais para os setores de risco definidos em cada área mapeada;

b) Estimativa de recursos financeiros e reavaliação da proposta de ações não estruturais;

c) Formulação do PMRR com proposição de diretrizes para as intervenções e estimativa para os recursos necessários para redução de riscos decorrentes de movimentos de massa.

Neste plano, as principais propostas de intervenções foram estruturais, como limpeza, proteção, drenagem, alterações de geometria, contenções, obras de infraestrutura, reparos e realocação de moradias. As medidas não estruturais estão relacionadas ao monitoramento das áreas de risco, às políticas públicas e à gestão do risco nos morros.

O mapeamento mais recente acessado neste estudo (2018-2019) identificou 24 áreas de risco, duas a mais que em 2012, indicando possivelmente um aumento da situação de desigualdade e pobreza que impulsiona a construção de moradias em áreas suscetíveis a escorregamentos, sobretudo nas encostas.

Embora seja um plano fundamental para RRD relacionados a escorregamentos de encostas, o PMRR não aborda perigos e riscos associados a mudanças climáticas em seus métodos e objetivos. O tema dos ecossistemas aparece de forma genérica e superficial, apontando apenas os impactos ligados às moradias e uso inadequado do solo em áreas de risco geotécnico.

O PMMCS, em consonância com o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA, 2016), é um dos primeiros planos municipais neste tema no Brasil (PREFEITURA DE SANTOS, 2022). A Prefeitura estabeleceu a Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima (CMMC), responsável pela elaboração do plano, contando com a participação de especialistas (universidades, instituições locais e estaduais) e da população local (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2016). O objetivo geral desse plano é promover a gestão e minimização do risco climático frente aos efeitos adversos da mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos, aprimorar a interação do poder público com entidades setoriais da economia, academia, sociedade civil e outros.

O PMMCS propõe 27 objetivos específicos que, em síntese, ressaltam a necessidade da elaboração de planos de ação que contribuam para mitigação e adaptação aos efeitos adversos das mudanças do clima nos diferentes níveis de planejamento. Também ressalta a necessidade da identificação das vulnerabilidades, a fim de promover ações efetivas de adaptação aos impactos negativos da mudança do clima para proteger as populações e ecossistemas mais vulneráveis.

O PMMCS enfatiza a preparação da cidade para a elevação do nível do mar; a proteção e recuperação de manguezais e recifes costeiros; a capacitação e habilitação de agentes públicos para ações integradas na zona costeira e a capacitação da população para enfrentar as situações de riscos costeiros (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2016).

Este plano também apresenta estratégias setoriais relacionadas a diversos temas como desenvolvimento urbano, controle ambiental, energia, gestão de riscos e desastres, infraestrutura, população vulnerável, gerenciamento de recursos hídricos, saúde, capacitação, educação e mitigação dos gases de efeito estufa.

O PMMA[9] de Santos (2021) foi elaborado com participação de atores de diversas organizações e instituições, como consultores(as) da GIZ, representantes do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA), agentes da Defesa Civil municipal, representantes da Comissão Municipal de Mudança do Clima (CMMC), e especialmente de sua Comissão Consultiva Técnica Acadêmica (CCTA), composta por pesquisadores(as) de Santos e região, além da população local. Este plano apresenta um amplo e detalhado diagnóstico sobre a Mata Atlântica, os riscos climáticos, a supressão da vegetação nativa e a capacidade de gestão. Esse diagnóstico embasou as diretrizes gerais do documento, salientando sobretudo as ameaças à conservação dos ecossistemas em cada macroárea do município, pois, com base nas definições do atual Plano Diretor (Lei Complementar Nº 1005 de 16 de julho de 2018), o PMMA de Santos construiu propostas a partir das seguintes macroáreas: Continental, Insular e Estuário e Canais Fluviais.

As diretrizes gerais para a conservação e recuperação dos ecossistemas da Mata Atlântica de Santos são:

a) Mitigação e monitoramento dos impactos das políticas municipais federais e estaduais que induzem degradação do bioma e;

b) Integração de diferentes políticas a fim de reduzir as desigualdades socioambientais no território em consonância com a proteção do bioma e promoção da equidade de gênero.

O PMMA tem como base uma abordagem integrada e interdisciplinar para enfrentar riscos e reduzir vulnerabilidades, visto que considera a perspectiva de gênero, a inclusão social e a importância dos direitos humanos como elementos que orientam suas principais ações de proteção da biodiversidade. Quanto aos eixos estratégicos, apresenta as seguintes linhas de ações, consideradas mais importantes pela equipe de gestores e especialistas: 1) Legislação e ordenamento territorial; 2) Monitoramento, pesquisa, educação e controle ambiental; 3) Recuperação e promoção de serviços ecossistêmicos e; 4) Governança, comunicação e financiamento.

Tanto as diretrizes quanto os eixos estratégicos mencionados são fundamentais devido à presença da vegetação em encostas ameaçadas pelo déficit habitacional de interesse social e pelo modelo de desenvolvimento urbano marcado pela segregação socioespacial. Nos morros da área insular ainda existem alguns remanescentes de Mata Atlântica (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2021).

Com base no PMMA, Santos tem desenvolvido um projeto piloto de recuperação ecológica para áreas de risco a escorregamentos no Morro Monte Serrat. Esse projeto está utilizando a abordagem de AbE através da mobilização de agentes públicos e moradores para realizar a recuperação e conservação ambiental, com potencial de replicação em outras áreas do município e região.

Com base na literatura e documentos analisados, vários objetivos do PMMA de Santos têm uma relação expressiva com as SbN, como: ampliar a conectividade entre os remanescentes de vegetação; conservar e recuperar áreas de mananciais; conservar e recuperar manguezais e/ou áreas específicas; conservar e recuperar a vegetação nativa de encostas, matas ciliares e outras; ampliar as áreas verdes urbanas com espécies nativas da região; diminuir a expansão urbana em áreas de Mata Atlântica; fortalecer comunidades tradicionais; fomentar a agroecologia; auxiliar os moradores a se adaptarem à mudança do clima; fortalecer a política municipal de educação ambiental.

Além disso, o PMMA e o PMMC possuem convergência de ações que se associam às abordagens de SbN, destacando-se as seguintes:

● Recuperação de manguezais para redução dos impactos do aumento do nível médio do mar e eventos climáticos sobre as áreas inundáveis nas áreas insular e continental, além de promover captação de carbono contribuindo para a redução de emissão de gases de efeito estufa pelo município;

● Desocupação das áreas de risco (alto e muito alto) e a recuperação da vegetação nativa nas áreas insular e continental;

● Recuperação de áreas inundáveis, áreas de preservação permanente (APPs) de cursos d'água nas áreas insular e continental;

● Promoção da educação ambiental crítica e contextualizada visando o desenvolvimento de uma consciência ecológica voltada ao enfrentamento das mudanças climáticas nas cidades.

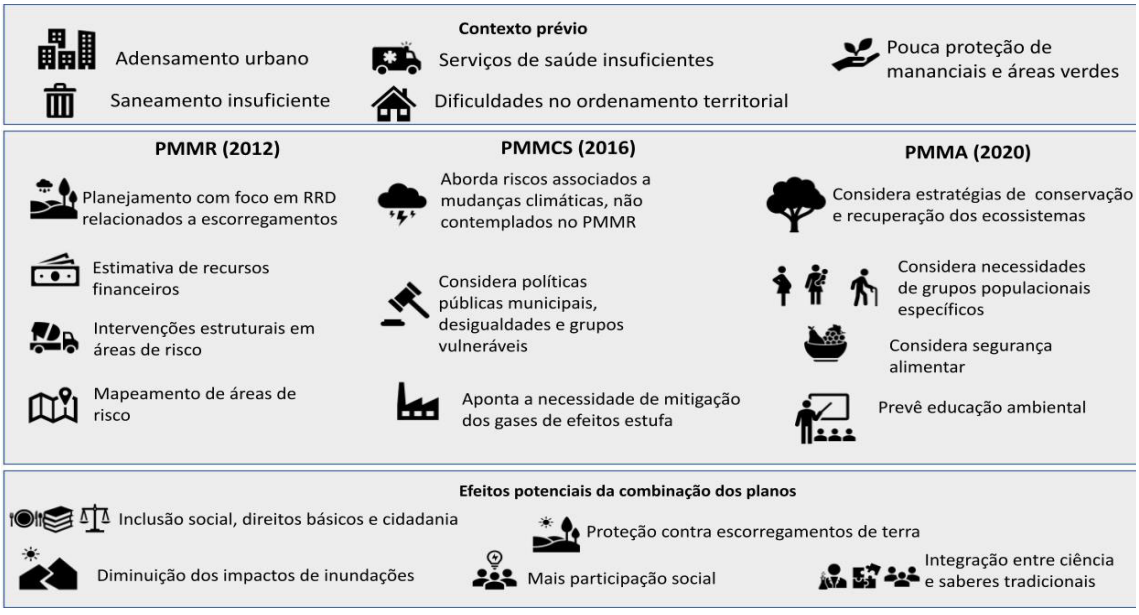
Em termos de escala de ação no município, enquanto o PMRR prioriza os morros da área insular e os riscos associados a escorregamentos e quedas de blocos, o PMMCS considera principalmente vulnerabilidades e riscos relacionados às mudanças climáticas, sobretudo os perigos resultantes das inundações e elevação do nível médio do mar, ou seja, acentua os impactos nas áreas costeiras. Já o PMMA tem uma perspectiva mais abrangente na medida em que considera os riscos de escorregamentos que afetam a população que reside nos morros da área insular e da área continental, ao mesmo tempo que trata da necessidade de adaptação na área do estuário de Santos. Desta forma, esse Plano, além de ser o mais completo entre os três, é o único que efetivamente propõe uso da AbE e também está em consonância com as diretrizes e propostas dos documentos internacionais e nacionais (ICLEI, 2015; GIZ, 2015; BRASIL, 2017; ONU, 2019), principalmente porque a a AbE é uma possibilidade que integra a adaptação às mudanças climáticas à gestão das áreas naturais (ICLEI, 2015; SINISGALLI *et al*., 2019; CARBONE *et al*.,2021).

Nesse sentido, a partir da perspectiva da RRD e das práticas e políticas referentes às SbN, elaboramos uma síntese comparativa dos três planos analisados (Tabela 4 e Figura 3).

Tabela 4. Comparação de algumas características dos planos municipais de Santos relacionados a mudanças climáticas, riscos e preservação da Mata Atlântica.

Temas analisados	PMMR (2012)	PMMCS (2016)	PMMA (2021)
Considera medidas relacionadas às SbN?	Não	Parcialmente	Sim
Considera riscos de desastres?	Sim	Sim	Sim
Considera riscos de escorregamentos?	Sim	Parcialmente	Sim
Considera práticas relacionadas à Educação Ambiental?	Não	Parcialmente	Sim
Considera pessoas com deficiência visual, cadeirantes e outros tipos de necessidades?	Não	Não	Parcialmente
Considera ações direcionadas a públicos específicos, de acordo com gênero, etnia, faixa etária?	Não	Parcialmente	Sim
Considera clima e mudanças climáticas?	Não	Sim	Sim
Atribui responsabilidades a setores específicos?	Sim	Sim	Sim
Envolve comunidades locais?	Parcialmente	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelos autores.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Análise da sinergia entre SbN e RRD para o cenário de Santos.

Segundo Carvalho (2015), a gestão dos eventos climáticos extremos depende da interação eficaz entre medidas estruturais e não estruturais. Por essa razão, a combinação desses planos pode fortalecer a prevenção de desastres no município como um todo, sobretudo porque cada um deles enfatiza adversidades e ações diferentes para contemplar educação, inclusão social, direitos humanos, segurança alimentar, entre outras.

Além disso, a mitigação dos riscos e reconstrução pós-impacto podem ser mais eficientes a partir dos benefícios promovidos pelos serviços ecossistêmicos (CARBONE *et al.,* 2021). Dessa forma, é necessário entender a dinâmica de todo o sistema para desenvolver estratégias e planos que reconheçam os múltiplos valores da SbN e seus co-benefícios para a sociedade, visto que podem ser uma ferramenta valiosa para o processo de tomada de decisão (YOUNG *et al*., 2019).

Embora ainda existam dificuldades e desafios de operacionalizar e conectar esse conjunto de práticas e projetos, o atual contexto de vulnerabilidade e mudanças climáticas exige que diferentes setores (público e privado) e atores (comunidades vulneráveis, população idosa, jovens, mulheres, pessoas com necessidades especiais, etc.) passem a atuar em conjunto e em parcerias, para reduzir os riscos de desastres. De modo geral, as SbN oferecem a oportunidade de se repensar a organização das cidades, reconhecendo processos da natureza, particularmente o ciclo d'água como elementos essenciais na construção do espaço urbano (DEVECCHI *et al*., 2020). Por isso, a incorporação dessas soluções em políticas públicas de prevenção de riscos (CARVALHO, 2015; FRAGA; SAYAGO, 2020) deve se tornar prioridade nas ações e planejamentos municipais, uma vez que alguns municípios brasileiros já dispõem de legislações de ecologização urbana. Municípios como Goiânia (Goiás), Recife (Pernambuco), Salvador (Bahia), Canoas (Rio Grande do Sul) e Guarulhos (São Paulo) já contam com propostas como a implementação de projetos de telhados verdes, zonas permeáveis, captação de água e plantação de árvores, (HERZOG; ROZADO, 2019).

O PMMA de Santos é não apenas o plano mais avançado em termos de uso de SbN, mas também oferece oportunidades para atualização de métodos e abordagens dos outros planos, assim como pode ser um elo entre esses três documentos.

No PMMA, o mapeamento de área prioritária para uso da AbE foi elaborado com participação da comunidade do morro Monte Serrat. Grupos populacionais específicos, como mulheres, crianças, idosos e pessoas com deficiência física aparecem com maior ênfase neste documento. Há orientações sobre como estes grupos e, também, os jovens podem participar dos planos de ação para conservação e recuperação da vegetação nativa. A ênfase dada à perspectiva de gênero e aos direitos humanos nesse plano é um aspecto relevante para as políticas que visam a redução das desigualdades sociais.

Como o PMMA indica objetivos e estratégias que deverão envolver comunidades com diferentes setores e políticas, principalmente os de educação, meio ambiente e desenvolvimento urbano, existe a necessidade de um fortalecimento do PMMA por meio da articulação com outras secretarias municipais e sobretudo com os planos já mencionados (PMRR e PMMCS). Esse fortalecimento poderia ocorrer por meio da atualização da metodologia e ações

do PMRR, incorporando o uso de AbE e o envolvimento das comunidades a partir de uma abordagem que considere as demandas de acordo com faixa etária e gênero, por exemplo.

Entre as oportunidades apresentadas pelo PMMA, as mulheres, crianças e jovens representam um papel importante ao se envolverem nas práticas relacionadas aos planos de ação para proteção da vegetação nativa como parte das estratégias de RRD no município. O destaque dado à perspectiva de gênero e aos direitos humanos nesse plano é também um aspecto fundamental para as políticas públicas que visam a redução de vulnerabilidades, portanto, poderiam ser consideradas na atualização e ações dos PMRR.

De acordo com Kelman (2019), a prevenção de desastres envolve processos que englobam como as pessoas pensam e se comportam diante dos paradigmas e da cultura na qual estão inseridas, portanto, é preciso que a prevenção faça parte do cotidiano da população. As SbN podem ser as medidas de adaptação mais adequadas para serem usadas também no PMRR, com foco na prevenção e na mitigação dos riscos de escorregamentos. A gestão municipal de Santos tem empreendido, através das implementação da ABE, esse tipo de prática preventiva nas regiões de morros da área insular e grande parte das observações sobre os planos de Santos pode ser também aplicada a outros municípios costeiros, com problemas semelhantes.

Considerações finais

A elaboração e implementação de planos municipais, com objetivo de lidar com riscos e desastres e seus possíveis impactos, demandam um grande esforço de diferentes setores da sociedade, em conjunto com a população. Em Santos, apesar da presença de ameaças naturais e da existência de áreas de risco, as atividades relacionadas aos planos trazem avanços nas estratégias de preservação da Mata Atlântica, redução de riscos e adaptação às mudanças climáticas. Os três planos abordam temas ligados a riscos de desastres, porém questões relacionadas a mudanças climáticas aparecem somente no PMMCS e no PMMA. Apenas o PMMA aponta o uso da abordagem de AbE como ferramenta para auxiliar a população a se adaptar aos riscos associados a inundações, escorregamentos, elevação do nível do mar e ondas de calor.

Os planos municipais destacam a importância do envolvimento da comunidade nas medidas de redução de riscos, seja por meio da participação efetiva na elaboração dos planos ou no acompanhamento dos resultados do trabalho realizado pelo poder público. As políticas de educação ambiental, que são mencionadas tanto no PMMCS como no PMMA, podem ser a prioridade para

ações não estruturais relacionadas a SbN e, principalmente, AbE para redução de riscos porque medidas de AbE são centradas nas pessoas, principalmente naquelas que residem em áreas de risco de desastres,e, também, porque a AbE possibilita a construção de uma consciência crítica sobre o ambiente no qual essas pessoas estão inseridas e os perigos que afetam o seu local de moradia. Assim, essa priorização da educação ambiental pode conduzir a comunidade a se tornar agente no processo de implementação da AbE.

O plano mais recente, o PMMA, de 2021, é o mais completo entre os três planos analisados, porém há especificidades de cada um que se complementam. Quando combinados, os três planos atuam de forma sinérgica, de modo que benefícios de um deles contribuem para atingir metas e objetivos relacionados aos outros dois.

Neste trabalho identificamos a possibilidade de aplicação destes planos, em parte ou integralmente, para outros municípios costeiros. Esta aplicação é condicionada à natureza dos perigos locais (aumento do nível do mar, escorregamentos de encostas, inundações), porque esta tipologia pode variar, mas em todos os casos há benefícios em se aplicar metas combinadas de RRD e SbN.

Notas

6 Situação provocada por desastre que causa prejuízos que comprometem parcialmente a capacidade de resposta do Poder Público do ente federativo atingido, ou que demanda a adoção de medidas administrativas excepcionais para resposta e recuperação (Brasil, 2020).

7 Medidas de mitigação são intervenções humanas que visam reduzir emissões de gases de efeito estufa. Podem ser usadas tecnologias ou práticas baseadas em tecnologias de energia renovável, processos de minimização de resíduos e práticas de transporte público, por exemplo (IPCC, 2022).

8 Áreas de risco, de acordo com o relatório técnico do IPT (2012), correspondem às favelas e assentamentos urbanos precários da cidade de Santos.

9 A Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428/2006), dispõe sobre proteção e utilização da sua vegetação, possibilitando aos municípios atuar na implementação da Lei através do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA).

Referências

AGÊNCIA BRASIL. **Defesa Civil**: mais de 40 cidades de Pernambuco estão em emergência. Brasília, 31 de maio de 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-05/defesa-civil-mais-de-40-cidades-de-pernambuco-estao-em-emergencia>. Acesso em: jun.2022.

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? **Revista USP**, 1, 13-24, 2014.

BANCO MUNDIAL. **Relatório de Danos Materiais e Prejuízos Decorrentes de Desastres Naturais no Brasil (1995-2019)**. Florianópolis: FAPEU, 2. ed., 2020.

BETHÔNICO, T. **Mata Atlântica perde 13 mil hectares de floresta nativa entre 2019 e 2020**, diz relatório: cinco estados concentram 91% do desmatamento, que chegou a quintuplicar em regiões onde já estava controlado. Folha de São Paulo., 2021. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2021/05/mata-atlantica-perde-13-mil-hectares-de-floresta-nativa-entre-2019-e-2020-diz-relatorio.shtml>. Acesso em: ago. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.593**, de 24 de dezembro de 2020. Dispõe sobre a Organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil e sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres. Brasília: DOU de 28/12/2020.

BRASIL. **Lei nº 12.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Brasília: DOU de 11/4/2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG)**. Brasília, DF, MMA, 2017.

CARBONE, A. S., CAMPOS, F. S.; Sulaiman, S. N. Cidades resilientes: A contribuição das Soluções baseadas na Natureza. In: SULAIMAN, S. (Ed.). **Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos e Desastres**, Ministério do Desenvolvimento Regional, p. 108-119, 2021.

CARVALHO, D. W. Os serviços ecossistêmicos como medidas estruturais para prevenção dos desastres. **Revista de Informação Legislativa**, 206, 53-65, 2015.

CHUCRE, F.; TRANI, E.; COSTA, K. P. **Serra do Mar e Mosaicos da Mata Atlântica**: uma experiência de recuperação socioambiental. São Paulo: KPMO Cultura e Arte, 2014.

DEVECCHI, A.; CHIRMICI, A.; SIMONETTI, C.;CORREA, T. Desenhando cidades com Soluções baseadas na Natureza. **Parceria Estratégica**. Brasília-DF, 25, 217-234, 2020.

DIAS, R. L.; BACCI, P.H. M.; OLIVEIRA, R. C. SANTOS. In: CUNHA,C. M. L.; OLIVEIRA, R. C. (Eds.). **Baixada Santista:** uma contribuição à análise geoambiental. São Paulo: UNESP, p. 91-116, 2015.

FERREIRA, K.A. **Resiliência urbana e a gestão de riscos de escorregamentos:** uma avaliação da defesa civil do município de Santos-SP. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) - USP, 2016.

FRAGA, R. G.; SAYAGO, D. A. V. Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. **Parcerias Estratégicas**, 25.67-82, 2020.

GUTJAHR, M.; RABELLO, J.; GOMES, M.; JESUS, M. Estudos históricos de eventos climáticos extremos na Baixada Santista-SP. In: **VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física**. Portugal, Coimbra, 26 de mai., 2010.

HERZOG, C.; ROZADO, C. **Diálogo Setorial UE-Brasil sobre soluções baseadas na natureza.** Contribuição para um roteiro brasileiro de soluções baseadas na natureza para cidades resilientes. Bruxelas: Comissão Europeia, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.; CEMADEN - Centro Nacional Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais. **População em áreas de risco no Brasil.** IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/21538-populacao-em-areas-de-risco-no-brasil.html>. Acesso em: ago. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Santos**. Cidades, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama>. Acesso em: fev. 2021.

ICLEI - Local Governments for Sustainability. **Adaptação baseada em Ecossistemas: oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas**. Fundação Grupo Boticário, 2015.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2022**: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. PÖRTNER, D.C. ROBERTS, M. TIGNOR, E.S. POLOCZANSKA, K. MINTENBECK, A. ALEGRÍA, M. CRAIG, S. LANGSDORF, S. LÖSCHKE, V. MÖLLER, A. OKEM, B. RAMA (eds.)]. Cambridge University Press, 2022.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Atualização do Plano Municipal de Redução de Riscos para o Município de Santos, SP.** (Relatório Técnico nº 127.648-205), 2012.

JACOBI, P. R.; SULAIMAN, S. Governança ambiental urbana em face das mudanças climáticas. **Revista USP**, v.1, 133-142, 2016.

KELMAN, I. Axioms and actions for preventing disasters. **Progress in Disaster Science**, v. 2, p.1-3, 2019.

KOBIYAMA, M.; MICHEL, G. P.; GOERL, R. F. Relação entre desastres naturais e floresta. **Revista Geonorte**, 1, 17-48, 2012.

LONDE, L. R., MOURA, L. G., COUTINHO, M. P., MARCHEZINI, V.; SORIANO, E.Vulnerability, health and disasters in São Paulo coast (Brazil): challenges for a sustainable development. **Ambiente & Sociedade**, 21, 1-24, 2018.

MARENGO, J. A.; NUNES, L. H.; SOUZA, C. R. G. et al. A globally deployable strategy for co-development of adaptation preferences to sea-level rise: the public participation case of Santos, Brazil. **Natural Hazards**, 88, 39-53, 2017. doi:10.1007/s11069-017-2855-x.

MOREIRA, F. **Adaptação às mudanças climáticas: avaliação da capacidade adaptativa de Santos, SP.** Campinas, Tese (Doutorado em Geografia) - Unicamp, 2018.

MÜLLER, F.; MYTANS, C.; OLIVIER, J.; RENNER, I.; KLEMENS, R. **Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE)**. GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2015. Disponível em: <https://pmma.etc.br/?mdocs-file=1335>. Acesso em mar. 2020.

NOGUEIRA, F. R. **Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos:** Contribuição Às Políticas Municipais para Áreas de Ocupação Subnormal. Rio Claro, Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - UNESP, 2002.

NUNES, L. H.; ALVES, L. M.; HOSOKAWA, E. K.; MARENGO, J. A. Patterns of Extreme Precipitation in Santos. In: NUNES, L. H.; GRECO, R.; MARENGO. J.A (Eds.). **Climate Change in Santos Brazil:** Projections, Impacts and Adaptation Options – Springer International Publishing, p. 49-58, 2019.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Manifesto por Soluções Baseadas na Natureza para o Clima.** Desenvolvido para a Cúpula de Ação Climática da ONU de 2019, 14 de agosto de 2019. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/29705/190825NBSManifesto_PT.pdf?sequence=9&isAllowed=y>. Acesso em jan. 2022.

OLIVER-SMITH, A.; ALCANTARA-AYLA, I.; BURTON, I.; LAVELL, A. A construção social do risco de desastres: em busca das causas básicas. In: MARCHEZINI, V.; WISNER, B.; LONDE, L.; SAITO, S. (Orgs.). **Reduction of vulnerability to disasters:** from knowledge to action. São Carlos: RiMa Editora, 624 p., 2017.

PBMC - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**. 2016. Disponível em: <https://ppgoceano.paginas.ufsc.br/files/2017/06/Relatorio_DOIS_v1_04.06.17.pdf>. Acesso em out. 2020.

PEREZ, L. P.; RODRIGUES FILHO, S.; MARENGO, J. A.; SANTOS, D. V.; MIKOSZ, L. Climate change and disasters: analysis of the Brazilian regional inequality. **Sustentabilidade em Debate**, 11, 260-287, 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. **Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos (PMMCS)**, 2016 Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/conteudos/234>. Acesso em: jun. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) de Santos - SP**, 2021. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=hotsite/plano-municipal-de-conservacao-e-recuperacao-da-mata-atlantica-pmma>. Acesso em: nov. 2021.

PUENTE, B. **Tragédia completa um mês e mais de 600 seguem desabrigados**. CNN Brasil, Rio de Janeiro, 15 de março de 2022. Disponível em: <https://www.

cnnbrasil.com.br/nacional/petropolis-tragedia-completa-um-mes-e-mais-de-600-seguem-desabrigados/>. Acesso em: jun. 2020.

RAJU, E.; BOYD, E.; OTTO, F. Stop blaming the climate for disasters. **Communications Earth & Environment**, 3, 1, 2022. doi: org/10.1038/s43247-021-00332-2.

ROQUE, T. **O dia em que voltamos de Marte:** uma história da ciência e do poder com pistas para um novo presente. Rio de Janeiro: Planeta, 2021.

SAITO, S. M.; DIAS, M. C.; ALVALÁ, R. C. et al. População urbana exposta aos riscos de deslizamentos, inundações e enxurradas no Brasil. **Sociedade & Natureza**, 31, 1-25, 2019.

SCARANO, F. B. Ecosystem-based adaptation to climate change: concept, scalability and a role for conservation science. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 15, 65-73, 2017.

SILVA, C. A. **População e Riscos às mudanças ambientais em zonas costeiras da Baixada Santista:** um estudo sociodemográfico sobre os municípios de Bertioga, Guarujá e São Vicente. Campinas, Dissertação (Mestrado em Demografia) - Unicamp, 2010.

SILVA, J. A.; NOBRE, A. D.; MANZATTO, C. V. et al. **O código florestal e a ciência:** contribuições para o diálogo. São Paulo: SBPC/ABC, 2. ed., 2012.

SINISGALLI, P. A., IGARI, A.; SOUZA JUNIOR, W. C.; OLIVEIRA, C. E.; FREDERICK, M.; MEDICI, A.Adaptação baseada em ecossistemas para a Macrometrópole paulista. In: P. TORRES, P. JACOBI, F. BARDI.; L. R. GONÇALVES (Eds.). **Governança e planejamento ambiental:** adaptação e políticas públicas na Macrometrópole paulista. Rio de Janeiro: Letra Capital, p. 85-191, 2019.

SOLERA, M. L.; MACHADO, A. R.; SOUZA, C. A. et al. Infraestrutura verde: alternativa para a criação de cidades resilientes e sustentáveis. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; FREITAS, C. M.; LOPES, E. S.; CASTRO, G. R.; BARBOSA, H. A.; LONDE, L. R.; MAGNONI, M. G. M.; SILVA, R. S.; TEIXEIRA, T.; FIGUEIREDO, W. S. (Eds.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano.** São Paulo: CPS, p.841-854, 2.ed., 2020.

SOUZA, D. B. de.; SOUZA, P. A.; RIBEIRO, J. V.; MORAES SANTA et al. Utilização de dados censitários para a análise de população em áreas de risco. **Revista Brasileira de Geografia**, 64,122-135, 2019.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F.; METZGER, J. P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, 29, 151-162, 2015.

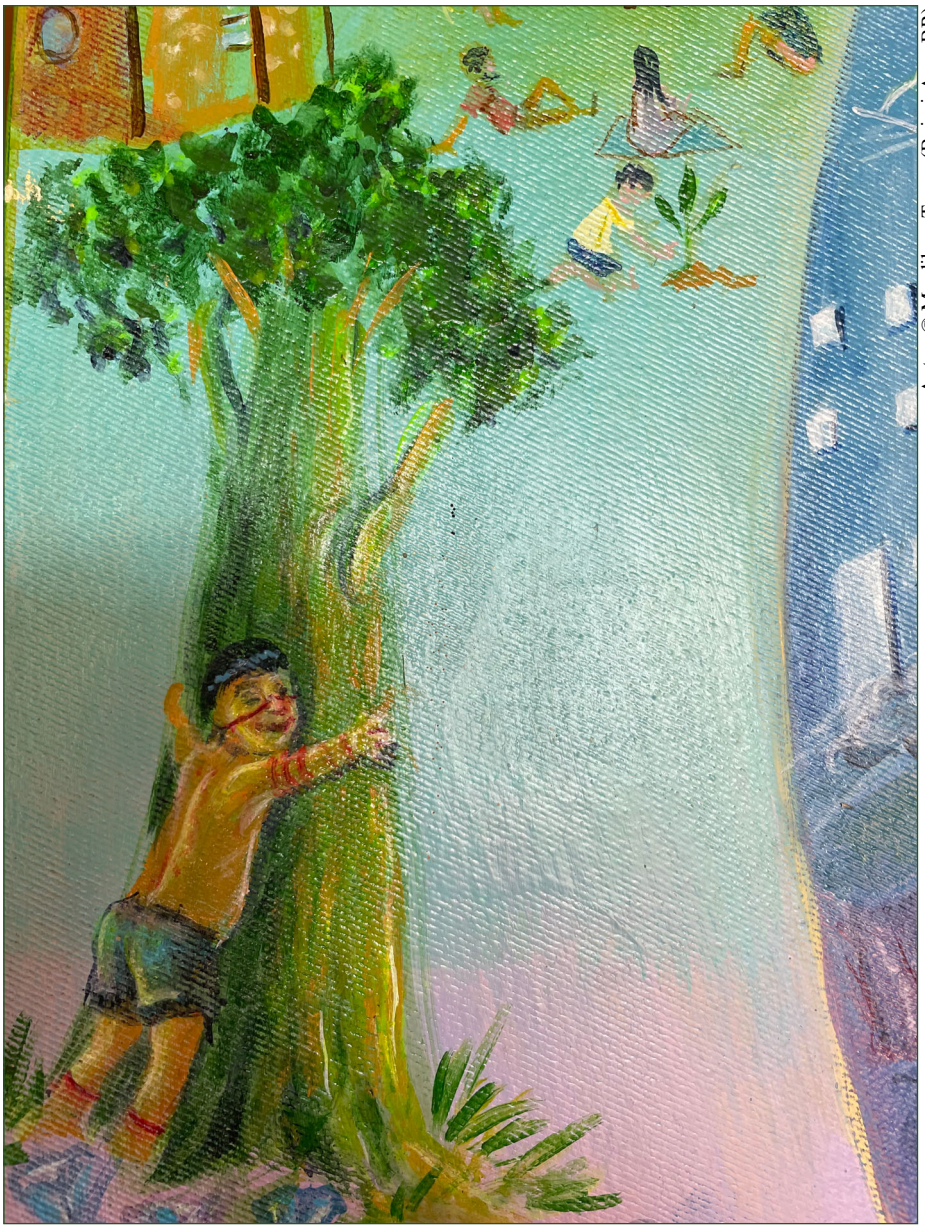
WISNER, B.; GAILLARD, J.C.; KELMAN, I. Framing disaster: Theories and stories seeking to understand hazards, vulnerability and risk. In: WISNER, B.; GAILLARD, JC.; KELMAN, I (Eds.). **The Routledge handbook of hazards and**

disaster risk reduction. Routledge, p. 18–34, 2012.

WWF - World Wide Fund for Nature. **Ameaças à Mata Atlântica**. Brasil, 2021. Disponível em:<https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_mata_atl/bioma_mata_atl_ameacas/.>Acesso em: jun. 2021.

YOUNG, A. F.; MARENGO, J. A.; MARTINS COELHO, J. O.; SCOFIELD, G. B.; OLIVEIRA SILVA, C. C.; PRIETO, C. C. The role of nature-based solutions in disaster risk reduction: The decision maker's perspectives on urban resilience in São Paulo state. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 39, 1-10, 2019.

ZÜNDT, C. Baixada Santista: uso, expansão e ocupação do solo, estruturação de rede urbana regional e metropolização. In: J. M. P. CUNHA, (Ed.). **Novas Metrópoles Paulistas** - População, vulnerabilidade e segregação, p. 305-336. Editora da Unicamp, 2006.



Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES: O CASO DA REDE MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS–SP

EDUCATING ON DISASTER RISK REDUCTION: THE CASE OF SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP MUNICIPAL NETWORK

Tatiana Sussel Gonçalves Mendes[1]
Patricia Mie Matsuo[2]
Rachel Trajber[3]
Débora Olivato[4]
Ive Costa Carvalho Ferreira[5]
Hosana Mendes da Costa Rateiro[6]
Maria Francisca Azeredo Velloso[7]
Carolina Tosetto Pimentel[8]

Apresentação

O presente trabalho apresenta as experiências de um projeto de extensão para a formação continuada de professores do Ensino Fundamental II, como agentes multiplicadores sobre Educação para a Redução de Riscos de Desastres (ERRD). Desenvolvido em parceria entre o Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP (ICT/UNESP), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e Secretaria Municipal de Educação de São José dos Campos-SP, a formação foi realizada com os professores das disciplinas de Geografia e Ciências e consistiu de encontros com atividades teóricas e práticas. Para a formação, quatro encontros foram realizados, sendo três deles em Horário de Trabalho Coletivo (HTC) com as seguintes temáticas: i) Gestão de risco de desastres; ii) Relação monitoramento das chuvas e prevenção de desastres; e iii) Vulnerabilidade e desigualdades sociais.

1 Docente do Departamento de Engenharia Ambiental, ICT/UNESP, campus de São José dos Campos e do Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais (UNESP/Cemaden). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0421-5311. E-mail: tatiana.mendes@unesp.br.
2 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, USP. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9121-0542. E-mail: pati.matsuo@gmail.com.
3 Pesquisadora bolsista do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais/MCTI. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3270-2352. E-mail: rachel.trajber@cemaden.gov.br.
4 Pesquisadora bolsista do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais/MCTI. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5351-7068. E-mail: debora.olivato@cemaden.gov.br.
5 Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental, ICT/UNESP, campus de São José dos Campos. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0501-3612. E-mail: ive.ferreira@unesp.br.
6 Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental, ICT/UNESP, campus de São José dos Campos. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3659-7972. E-mail: hosana.rateiro@unesp.br.
7 Professora na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6151-1715. E-mail: mfvelloso@gmail.com.
8 Mestre em Ciências Ambientais e Florestais, UFRRJ. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7240-992X. E-mail: carolinatosetto@hotmail.com.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Pro-Reitoria de Extensão Universitária (PROEX/UNESP) pelo financiamento de bolsas de extensão a alunos de graduação em Engenharia Ambiental do ICT/UNESP; ao CNPq pelas bolsas de capacitação institucional do Cemaden/MCTI; à Secretaria Municipal de Educação de São José dos Campos pela parceria, e às comunidades escolares participantes das atividades.

Para o quarto encontro, os professores foram convidados a apresentar seus projetos, desenvolvidos na escola, no evento da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT 2018) que teve como tema "Ciência para a Redução das Desigualdades". Os resultados mostraram que a maioria dos professores considerou o tema relevante para ser desenvolvido no currículo escolar, e ou por meio de projetos disciplinares e multidisciplinares. Ainda, constatou-se que as atividades permitiram a interação da universidade e instituto de pesquisa com as comunidades escolares.

Introdução

Os impactos das mudanças climáticas com o aumento dos desastres socioambientais, representam um desafio tanto para a comunidade científica em termos de previsão, quantificação e monitoramento, quanto para a sociedade, em termos de apreensão para atuar na prevenção, mitigação e, em alguns casos, em adaptação. E esses temas estão presentes na Agenda 2030 e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (UNISDR, 2015), em especial no ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, que visa "tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis" e no ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima, para "tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos".

A criação de uma cultura de resiliência e sustentabilidade por meio da educação é de extrema relevância, como recomendam os documentos internacionais assinados pelo Brasil, como a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Art. 6. Educação, Treinamento e Conscientização Pública), no Marco de Ação de Hyogo (UNISDR, 2005), no Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, que reforçam que "crianças e jovens são agentes de mudança e devem ter espaços e formas de contribuir para a redução dos riscos de desastres" (UNISDR, 2015).

Segundo Marchezini et al. (2019), esse conjunto de recomendações internacionais e os desafios do aumento dos desastres a serem enfrentados tem fortalecido a Educação para a Redução de Risco de Desastres (ERRD), que pode ser reconhecida como um conjunto de conteúdos, habilidades e competências voltadas ao ensino formal, não formal e informal; e que conta com estratégias para colaborar na gestão de riscos de desastres.

Para Trajber e Olivato (2017) as principais ações educativas em ERRD devem atuar para a prevenção dos riscos de desastre, uma vez que o risco antecede à ocorrência do desastre e, de modo que a comunidade escolar possa conhecer, compreender, monitorar e promover ações com o intuito de minimizar a dimensão dos possíveis impactos.

O Programa Cemaden Educação – rede de escolas e comunidades na prevenção de desastres[9] desenvolvido no âmbito do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas em Desastres Naturais (Cemaden), atua desde 2014, tem como objetivo contribuir para a geração de uma cultura da percepção de riscos de desastres, no amplo contexto da educação ambiental e da construção de sociedades sustentáveis e resilientes. No programa os processos formativos em ERRD são mais adensados, pois buscam difundir a importância da temática por meio da práxis (teoria e a prática) na inserção curricular nas disciplinas escolares e em projetos pedagógicos, onde incentiva-se a pesquisa do lugar de vivência e o compartilhamento participativo de dados coletados por meio da ciência cidadã; e formação de comunidades de aprendizagem para a gestão participativa de intervenções transformadoras de mitigação em RRD em conjunto com a comunidade (MATSUO et al., 2021).

Projetos de extensão desenvolvidos pelo Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP (ICT/UNESP), campus de São José dos Campos, em parceria com o Cemaden vêm sendo realizados desde 2015, com participação efetiva de docentes e discentes do curso de graduação em Engenharia Ambiental. Para o projeto de extensão de "Formação em educação para a redução de risco de desastres" foi selecionado o município de São José dos Campos, estado de São Paulo. O município, de acordo com o Plano Municipal de Redução de Riscos desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa, Administração e Planejamento (IPPLAN) em 2016 (PMSJC, 2022) e vigente até o presente momento, apresenta 53 áreas consideradas de risco de escorregamento e/ou inundação. Ainda, segundo os dados da Defesa Civil do município, no ano de 2016 ocorreram 04 óbitos, sendo 01 adulto e 03 crianças relacionados a eventos de deslizamento de terra.

O projeto de extensão foi proposto para ser trabalhado em ambiente escolar contribuindo para a formação de professores da Secretaria Municipal de Educação de São José dos Campos - SP, propondo difusão de teoria e atividades práticas com inserção de conceitos relacionados à ERRD com foco nas áreas de risco do município. Neste sentido, este trabalho tem como principal objetivo apresentar a experiência da formação de professores, agentes multiplicadores, em ERRD visando incentivar a prática da ciência cidadã na contribuição da gestão de risco de desastres na escola e comunidade do entorno. E com vistas a incentivar projetos específicos na escola, como no dia a dia do cumprimento do conteúdo programático da disciplina, bem como o desenvolvimento de projetos inter e transdisciplinares.

Formação de professores como agentes multiplicadores

"*Educar é conhecer, ler o mundo, para poder transformá-lo*" (Paulo Freire)

A formação continuada de professores do Ensino Básico faz parte do conjunto de ações em prol do aprimoramento da qualidade de ensino (MEDINA, 2002). A formação de docentes como agentes multiplicadores na educação deve ter um papel diferenciado, segundo Medina (2001), pois é uma capacitação centrada na evolução e no crescimento do/a professor/a com o intuito de alcançar a comunidade escolar. As formações devem convidar os/as participantes a refletir e dialogar coletivamente sobre a base teórica de forma crítica, vivenciar as metodologias e atividades e a adquirir instrumentos necessários para atuarem dentro e fora da sala de aula.

Nesse sentido,

> "é necessário programar o curso de tal forma que, além dos conhecimentos teóricos a serem ministrados, das discussões dos conceitos complexos que compõem o arsenal teórico [....] e dos debates éticos, o próprio curso permita a discussão e a assimilação prática de metodologias participativas que, posteriormente, poderão utilizar na escola" (MEDINA, 2001 p. 19).

Segundo Buss e Mackedanz (2017) a formação de docentes deve ter um olhar especial para a pedagogia de projetos que é considerada emergencial por colaborar para inovação no Ensino Básico.

A pedagogia de projeto:

> "envolve propostas pedagógicas disciplinares ou interdisciplinares, com a orientação de um ou mais professores,...geralmente, no contexto escolar e é composta de atividades a serem desempenhadas por um ou por um grupo de alunos. O desenvolvimento do projeto prevê uma interação entre professores e aprendizes de forma dinâmica e dialógica servindo para a resolução de um problema e/ou a construção de um objeto… Em termos de objetivos, o ensino através de projetos está alicerçado na criação de uma situação de aprendizagem que ofereça o desenvolvimento de competências e habilidades, na discussão de valores e na análise e interpretação de situações cotidianas, suscitando reflexões, preparo para a vida e a construção da aprendizagem." (BUSS; MACKEDANZ, 2017, 126 p)

Ainda segundo Buss e Mackedanz (2017), é importante apresentar teoria e prática que promovam vivência intelectual, sensorial e emocional do conhecimento, a fim de promover a compreensão do mundo da forma mais responsável e crítica em prol da melhoria do local onde vivem. Medina (2001) reforça a importância da construção de novas formas de entender a ciência e o saber popular como instrumentos para a transformação do mundo.

Na formação de professores realizada no contexto deste artigo, além de adotar as orientações acima, envolveu os conceitos de ciência cidadã e participativa.

> "O que todas elas têm em comum é o fato de estarem situadas no campo científico e de terem como premissa o envolvimento de cidadãos não profissionais da ciência nesse campo, quer seja diretamente, em alguma etapa da produção do conhecimento científico, ou no processo de democratização do acesso a esse conhecimento" (VIANA; QUEIROZ, 2020).

A ciência cidadã é estratégica para combater a desinformação, aumentar a confiança na ciência, e até na RRD, pois ao integrar cidadãos na produção do conhecimento de base científica, colocando-os em contato com a natureza da ciência e revelando como a ciência pode contribuir para vida (VIANA; QUEIROZ, 2020).

Formação em educação para redução de riscos de desastres

A formação em RRD é uma das prioridades do Marco de Sendai e da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (UNISDR, 2015; BRASIL, 2012). Cursos de formação em RRD são considerados parte das medidas de prevenção não estruturais (FARIA; SANTORO, 2015) e essas formações necessitam promover o compartilhamento de experiências, lições aprendidas e boas práticas. Entre as prioridades de ação definida pelo marco está a promoção da incorporação de conhecimento sobre o risco de desastres na educação formal e não formal em todos os níveis e de estratégias para reforçar a educação e a conscientização pública sobre RRD. Ao abordar o papel das partes interessadas no processo de RRD, o marco reforça ainda mais o papel da educação quando diz que crianças e jovens são agentes de mudança e devem ter espaço e modos de contribuir para a RRD, de acordo com a legislação, com a prática nacional e com os currículos educacionais (MENDONÇA et al., 2021).

A ERRD tem o papel de promover a compreensão de que os desastres são provocados pela combinação das condições ambientais e das ações antrópicas, de estimular mudanças no comportamento individual e coletivo, de promover a criação de políticas públicas em RRD (PETAL, 2009) e de fortalecer as

capacidades dos indivíduos e das comunidades para agir com previsão de modo a construir resiliência e reagir a eventos extremos de forma estratégica e racional para evitar consequências desastrosas (DIDHAM; OFEI-MANU et al., 2020).

O conhecimento e as habilidades em RRD, por sua vez, precisam ser compartilhados, a fim de que os estudantes possam agir de modo pró-ativo e responsável diante das ameaças em prol da comunidade. Para os estudantes sentirem-se empoderados é necessário uma pedagogia dinâmica, interativa, experiencial e participativa (KAGAWA; SELBY, 2012). Os autores ainda destacam que, no contexto de ERRD, deve-se usufruir de variedade de abordagens interativas de aprendizados dentro e fora da sala de aula.

As pesquisas em andamento sobre Educação para Mudanças Climáticas (CCE) indicam que uma variedade de abordagens interativas de aprendizado estão sendo defendidas e/ou empregadas dentro e fora da sala de aula. Dentro desta perspectiva, Selby e Kagawa (2012) mapearam a inclusão da RRD no sistema de ensino de 30 países. O relatório identificou que as principais lacunas estão relacionadas com a escassez de avaliação da aprendizagem do/a estudante, pouca evidência de uma abordagem transcurricular e interdisciplinar e a necessidade de avanço na formação de professores em RRD.

No Brasil, observa-se que práticas e atividades sobre RRD nas comunidades escolares estavam centradas nos treinamentos para preparação e respostas aos desastres, ministradas por integrantes de Defesas Civis e do Corpo de Bombeiros. No entanto o panorama vem se transformando, mesmo que de forma tímida, com adoção de diversas abordagens metodológicas voltadas para prevenção de riscos e ciência cidadã, tais como: cartografia social de percepção de riscos, confecção de pluviômetros artesanais para o monitoramento local de chuvas, história oral dos desastres e com pesquisa de campo. Exemplos podem ser encontrados em Rosa et al. (2015), Trajber e Olivato (2017), Trajber et al. (2017), Olivato et al. (2020), Panzeri et al. (2020) e Juvenal et al. (2022).

No entanto, ainda são poucos os registros sobre a formação de professores ou comunitários em ERRD, no país. Mendonça e Freitas (2021) também enfatizam a carência de estudos em ERRD para que se possa caminhar no sentido da construção de um método educacional, mas sem deixar de considerar as características locais para o desenvolvimento das atividades. Matsuo et al. (2019) fez um levantamento bibliográfico para identificar as abordagens de RRD na produção acadêmica do campo de educação ambiental, considerando o período de 1981 a 2018, identificando 26 trabalhos em seis bases de dados brasileiras, dos quais apenas dois deles estavam relacionados com formação de moradores, técnicos e professores em RRD. Um dos trabalhos propôs contribuições teóricas e metodológicas do ensino e da aprendizagem em geografia física, com propostas

para a disseminação de informações relacionadas à prevenção de desastres naturais na formação de professores desta área (AFONSO et al., 2015). O outro, analisou o papel dos cursos de educação não-formal sobre prevenção e mitigação de acidentes e desastres em áreas de risco a deslizamentos para moradores e técnicos da prefeitura do município de São Paulo (GOTO et al., 2014).

Motta (2021) avaliou o impacto do curso de "Formação de Educadores para Redução dos Riscos de Desastres" no ensino formal da educação básica aplicado a professores, outros profissionais da educação e licenciandos. O curso, realizado pela Rede de Educação para Redução de Riscos de Desastres (RED) no município de Angra dos Reis - RJ, foi ofertado nos anos de 2016, 2017 e 2018 tendo os professores de ensino básico como público-alvo. Sato et al. (2017) compartilharam a experiência da RED no desenvolvimento e execução do referido curso de formação em ERRD através da caracterização da exposição aos riscos de movimentos de massa e inundações das unidades escolares e residências dos estudantes da rede municipal de ensino, da apresentação do percurso metodológico de formação e da discussão dos resultados preliminares da formação.

Dentre as experiências educativas em RRD abordadas em Olivato et al. (2020a), destaca-se o curso de formação de multiplicadores como professores, agentes municipais de Defesa Civil e lideranças comunitárias, os quais puderam desenvolver projetos em rede para dar continuidade e expansão da ERRD nos municípios de Ilhabela, Caraguatatuba, São Sebastião e Ubatuba.

Diferentes possibilidades de ações educativas e pedagógicas em vários espaços, incluindo aqueles além dos ambientes escolares, podem ser vistas em Marchezini et al. (2019), que abordam experiências educativas formais e não formais em ERRD. Contudo, os autores enfatizam que tais estratégias educativas necessitam sempre de uma avaliação constante para o aperfeiçoamento do planejamento desse processo envolvendo todos os participantes, desde o capacitador ao capacitado.

Com vista ao cenário atual, acredita-se que o ideal seria a criação e implantação de política pública para a inserção da ERRD nos âmbitos formal, não formal e informal para a efetivação de projetos e ações que colaboram na gestão de riscos de desastres e na resiliência das comunidades.

Metodologia do processo formativo

O presente trabalho trata da importância da formação continuada de professores como um espaço privilegiado para a incorporação da ERRD em escolas, assim como para a formação de educadores/as como agentes multiplicadores comprometidos com a sustentabilidade e resiliência no âmbito educacional e na sociedade em geral.

A formação dos professores em ERRD foi pensada e elaborada em reuniões de planejamento estratégico entre os pesquisadores das instituições (a professora do ICT/UNESP e coordenadora do projeto de extensão, os pesquisadores do Cemaden Educação e as coordenadoras pedagógicas das disciplinas de Geografia e Ciências do Ensino Fundamental da PMSJC).

Os temas e estratégias a serem abordados na formação foram definidos considerando a pertinência e relevância para as comunidades escolares, e as datas disponíveis dos professores durante o período letivo e com a restrição de ocorrer em Horário de Trabalho Coletivo (HTC). Com as definições, as datas dos encontros foram divulgadas aos docentes, os quais foram convocados a participar.

A formação foi então programada para ocorrer em quatro encontros (Figura 1). Os três primeiros encontros contaram com conteúdo teórico e atividades práticas relacionadas aos seguintes temas: Gestão de risco de desastres; Relação monitoramento da chuva e prevenção de desastres; e Vulnerabilidade e desigualdades sociais. Para o quarto encontro, os professores foram convidados a apresentar os resultados dos trabalhos, em desenvolvimento na escola, relacionados à formação em RRD. A apresentação ocorreu no evento da SNCT 2018, que teve como tema “Ciência para a Redução das Desigualdades Sociais”.

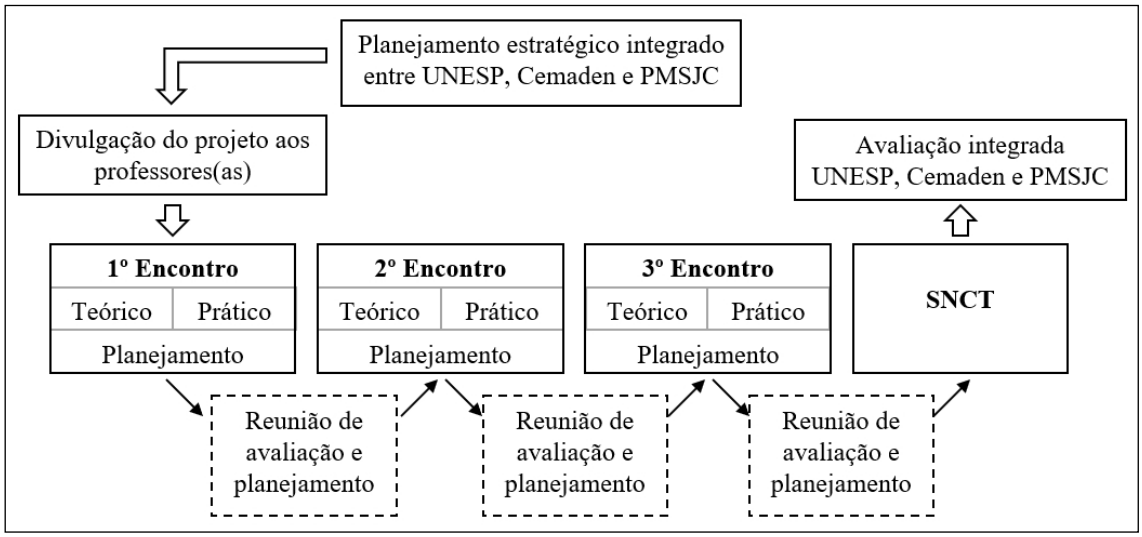


Figura 1. Esquema das atividades de formação em ERRD.

Vale destacar que o risco de desastre está relacionado a ameaças e a vulnerabilidade da população. Quanto maior a desigualdade - social, econômica, educacional, ambiental, geracional – tanto maior a vulnerabilidade e a exposição ao risco de desastres. No Brasil, as tragédias acontecem principalmente em áreas de baixa renda, com predominância das minorias étnicas.

Os temas foram trabalhados com inserção de conceitos introdutórios, exposição das experiências do grupo de pesquisadores e propostas de atividades.

Assim, cada encontro foi planejado para ocorrer em 3 etapas: 1) apresentação de conceitos teóricos sobre o tema de ERRD por meio de palestras dialogadas entre palestrante e professores; 2) atividade prática como uma proposta inicial para trabalhar o tema na escola, tipo oficina; e 3) planejamento de como inserir uma atividade no dia a dia da escola.

Ao final de cada encontro, os professores fizeram uma rápida avaliação por meio do preenchimento de uma filipeta contendo os seguintes campos: QUE BOM...; QUE PENA...; e QUE TAL... As avaliações foram compiladas e analisadas em reunião conjunta entre as instituições organizadoras para os devidos ajustes e o planejamento do próximo encontro.

Uma avaliação final foi realizada por meio do preenchimento de um formulário enviado por e-mail aos professores para com o intuito de verificar a contribuição das atividades de formação para o/a professor/a atuar nas escolas com o tema de ERRD.

Uma breve descrição de cada um dos encontros é apresentada a seguir.

1º Encontro: Gestão de risco de desastres

A proposta do primeiro encontro de formação foi trabalhar o tema de Gestão de Risco de Desastres com as atividades: 1) Apresentação do ICT/ UNESP e dos projetos de extensão desenvolvidos em parceria com o Cemaden Educação; 2) Apresentação dos objetivos e do cronograma de execução do projeto; 3) Conceitos de desastres socioambientais; 4) Conceitos de riscos de desastres e a importância do monitoramento da chuva, dos rios e das encostas; 5) Apresentação das áreas de risco de São José dos Campos, conforme PMSJC (2014); 6) Leitura e interpretação coletiva da História em Quadrinhos (PAMPUCH et al., 2017), desenvolvida em parceria UNESP e Cemaden para a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) 2017; e 7) Avaliação do encontro.

2º Encontro: Relação monitoramento das chuvas e prevenção de desastres

O segundo encontro teve como objetivo trabalhar com o tema relação monitoramento das chuvas e a prevenção de desastres. As atividades teóricas e práticas foram desenvolvidas da seguinte forma: 1) Boas vindas e apresentação da avaliação do encontro anterior; 2) Conceitos sobre ciência cidadã, rede de monitoramento e *crowdsourcing;* 3) Pluviômetros na prevenção de desastres; 4) Apresentação de proposta de estação meteorológica usando Arduino; 5) Oficina de pluviômetros de baixo custo (com garrafa pet); 6) Planejamento de como inserir a atividade no cotidiano escolar; 7) Avaliação do encontro.

3º Encontro: Vulnerabilidade e desigualdades sociais

Para o terceiro encontro foram propostas as seguintes atividades teóricas e práticas: 1) Boas vindas e apresentação da avaliação do encontro anterior; 2) Palestra sobre o tema da SNCT 2018 "Ciência para a Redução das Desigualdades Sociais"; 3) Conceitos sobre Cartografia Social: percepção de risco; 4) Apresentação de proposta de cartografia social usando o aplicativo Google Earth; 5) Oficina de Cartografia Social; 6) Planejamento de como inserir a atividade no cotidiano escolar; 7) Planejamento da SNCT; e 8) Avaliação do encontro.

Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2018

O evento **Arte & Ciência na redução das desigualdades e vulnerabilidades**, da SNCT 2018 no Vale do Paraíba do Sul, visou divulgar e popularizar o papel da ciência da "prevenção" de desastres para a sociedade e, em especial, promover o diálogo entre cientistas, estudantes e professores da rede pública de ensino de São José dos Campos e das demais localidades da região.

O evento foi realizado no Parque Municipal Vicentina Aranha e contou com diversas atividades: Sarau com o tema da SNCT 2018:"Ciência para a Redução das Desigualdades Sociais"; Mostra Científica de escolas municipais e estaduais de São José dos Campos e região do Vale do Paraíba; Mostra de Vídeos; e Exposição dos Parceiros. Os/as professores/as participantes da formação foram convidados a apresentar os resultados dos trabalhos desenvolvidos na escola sobre o tema do projeto ou da SNCT, com uma das atividades anteriormente mencionadas, ou mesmo como visitantes.

Resultados e discussões

A formação contou com a participação de 160 dos/as professores/as de Geografia e Ciências das Escolas Municipais de São José dos Campos. Foi realizada em 03 encontros, nos dias: 09 e 16 de agosto de 2018; e 20 de setembro de 2018. Um quarto encontro foi realizado no dia 18 de outubro de 2018 no evento da SNCT 2018, onde os professores foram convidados a apresentar os projetos, desenvolvidos nas escolas, relacionados ao tema da formação ou ao tema da SNCT 2018.

Com duração de 2h30, a formação foi realizada em horário em HTC nas dependências do Centro de Formação do Educador Professora Leny Bevilacqua (Cefe), coordenado pela Secretaria de Educação e Cidadania da Prefeitura Municipal de São José dos Campos. As atividades teóricas foram realizadas em uma sala anfiteatro enquanto para as atividades práticas, envolvendo as oficinas, os professores foram divididos em 05 grupos em salas distintas.

O projeto de extensão seguiu de forma rigorosa todas as etapas do cronograma de execução apresentado no projeto proposto, uma vez que as datas foram definidas em acordo com as coordenadoras das disciplinas de Geografia e Ciências da Secretária Municipal de Educação.

Cada encontro foi realizado em três etapas: 1) apresentação em formato de palestra dialógica de conceitos teóricos sobre o tema de ERRD; 2) atividade prática envolvendo oficina como uma proposta inicial para trabalhar o tema na escola; e 3) planejamento de como inserir uma atividade no dia a dia da escola.

No primeiro encontro, os conceitos teóricos de desastres socioambientais foram trabalhados utilizando uma ferramenta para a criação de uma nuvem de palavras, por meio do aplicativo Mentimeter[10]. O aplicativo possibilitou a interação dos professores, por meio do celular, que completaram a frase "**Desastres socioambientais me faz pensar em...**". A nuvem de palavras criada (Figura 2a) registrou o entendimento prévio dos professores sobre desastres socioambientais e expressou em maior dimensão as palavras que tiveram maior frequência.

A partir da nuvem de palavras criada, os conceitos sobre riscos de desastres socioambientais foram sendo inseridos num diálogo, enfatizando os desastres relacionados aos processos geo-hidrológicos. Nesse diálogo, a importância do monitoramento da chuva, dos rios e das encostas na prevenção de desastres foi ressaltada. As áreas de risco de deslizamentos e inundação do município de São José dos Campos foram apresentadas de modo a contextualizar a região.

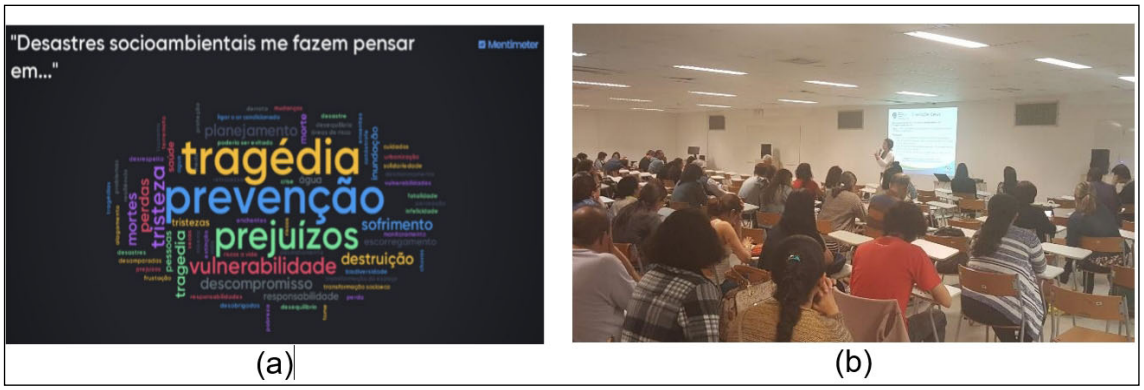


Figura 2. Atividades teóricas: (a) Nuvem de palavras formada com o aplicativo Mentimeter sobre a frase "Desastres socioambientais me faz pensar em ..."; (b) Professores em formação com apresentação de conceitos sobre riscos de desastres socioambientais

Com o objetivo de apresentar uma ferramenta para trabalhar com os estudantes na escola, neste primeiro encontro de formação, cada professor recebeu um exemplar da HQ "Educação + Participação: uma equação para a redução de risco de desastres". A leitura e a interpretação coletiva da HQ (Figura 3a) foi realizada e, a partir desse material, os professores puderam elaborar um

planejamento para trabalhar o tema de desastres socioambientais usando a HQ que está disponível também em versão on-line[11].

Figura 3. Atividades práticas: (a) Leitura e interpretação coletiva da HQ "Educação + Participação: uma equação para a redução de risco de desastres", realizada no primeiro encontro; e (b) Professores em grupo na oficina de Pluviômetros, realizada no segundo encontro.

No segundo encontro, a relação existente entre o monitoramento da chuva e a prevenção de desastres foi abordada com uma apresentação sobre os conceitos sobre Ciência Cidadã, Rede de Monitoramento e *Crowdsourcing*. O uso de pluviômetros para o monitoramento da chuva e sua importância na prevenção de desastres foram abordados numa segunda apresentação, envolvendo desde conceitos básicos a exemplos de como algumas escolas estão criando e usando os pluviômetros para fazer o monitoramento da chuva. Para complementar a parte teórica do encontro, estudantes extensionistas do curso de graduação em Engenharia Ambiental do ICT/UNESP apresentaram uma proposta de confecção de uma mini estação meteorológica usando Arduino.

Como atividade prática no segundo encontro de formação, pluviômetros de garrafa pet foram realizados pelos professores, divididos em grupos, conforme mostra a Figura 3(b). Além da confecção dos pluviômetros, orientações para adaptar a graduação para outros recipientes e para realizar as anotações das medições também foram repassadas aos professores.

No terceiro encontro, os conceitos sobre vulnerabilidade e desigualdades sociais foram apresentados numa palestra dialogada sobre o tema da SNCT 2018 "Ciência para a Redução das Desigualdades", mostrando a estreita relação entre a vulnerabilidade e as desigualdades sociais e o papel da ciência para a prevenção dos desastres socioambientais. Nessa temática, a Cartografia Social foi apresentada como uma proposta para trabalhar os conceitos de vulnerabilidade e desigualdades sociais. O conceito de lugar e de risco de

desastres, envolvendo as variáveis Ameaça e Vulnerabilidade, foram abordados numa forma de conhecer melhor o "Lugar" em que vivemos e de representar cartograficamente as áreas de risco. As formas de representação cartográfica e da utilização dos símbolos pictóricos adotados pela ONU para representar as áreas de risco foram apresentadas e trabalhadas com os professores para subsidiar a atividade prática de Cartografia Social. Na sequência, uma experiência da Cartografia Social usando o aplicativo Google Earth foi mostrada como sugestão de atividade que pode ser desenvolvida com os estudantes no laboratório de informática da escola. Exemplos de mapas temáticos de áreas de risco de deslizamento e/ou inundação desenvolvidos por outras escolas usando o aplicativo Google Earth também foram apresentados.

A oficina de Cartografia Social foi realizada como atividade prática no terceiro encontro. Os professores, em grupos, receberam um mapa em papel obtido a partir do aplicativo *Field Papers*[12] da região do município de São José dos Campos. A região é nas proximidades do Rio Paraíba do Sul e no início da Serra da Mantiqueira (Figura 4), e foi escolhida pelo fato de ser uma região com histórico de inundações e deslizamentos. Além disso, é uma região não distante do centro da cidade e próxima do local onde os encontros de formação estavam ocorrendo.

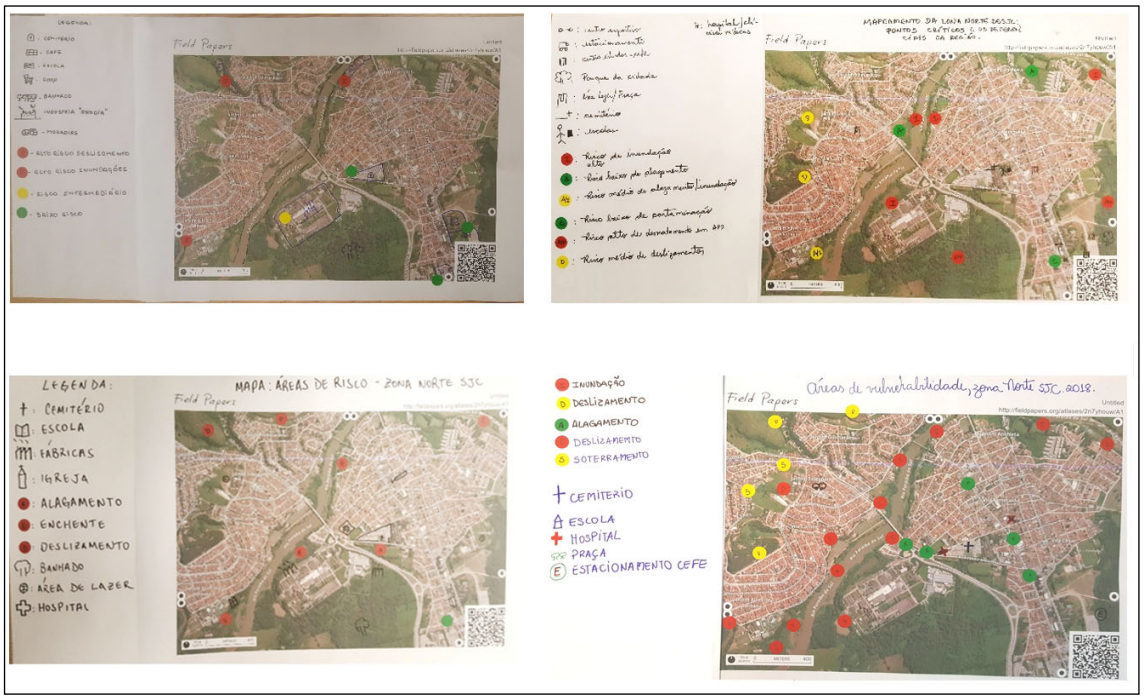


Figura 4. Mapas temáticos de uma região do município de São José dos Campos confeccionados pelos professores na oficina de Cartografia Social como atividade prática do terceiro encontro.

Na atividade prática de Cartografia Social os professores trabalharam sobre o mapa impresso indicando locais de referência (cemitério, escola, praça, hospital, banhado etc.) e áreas de risco representadas com adesivos nas cores verde, amarelo e vermelho, associando a sequência de cores com áreas de menor a maior risco. Alguns grupos usaram ainda letras para indicar o tipo de risco envolvido (I – Inundação, E = Escorregamento, D = Deslizamentos etc.). O título e a legenda foram criados para a leitura interna do mapa temático. Alguns mapas confeccionados são apresentados na Figura 4.

Ao final de cada encontro, os professores puderam planejar a inserção da atividade do cotidiano da escola. Alguns exemplos resumidos de propostas elaboradas pelos professores são apresentados na Figura 5. Observa-se ainda, que alguns professores propuseram trabalhar atividades da HQ em conjunto com as atividades dos pluviômetros.

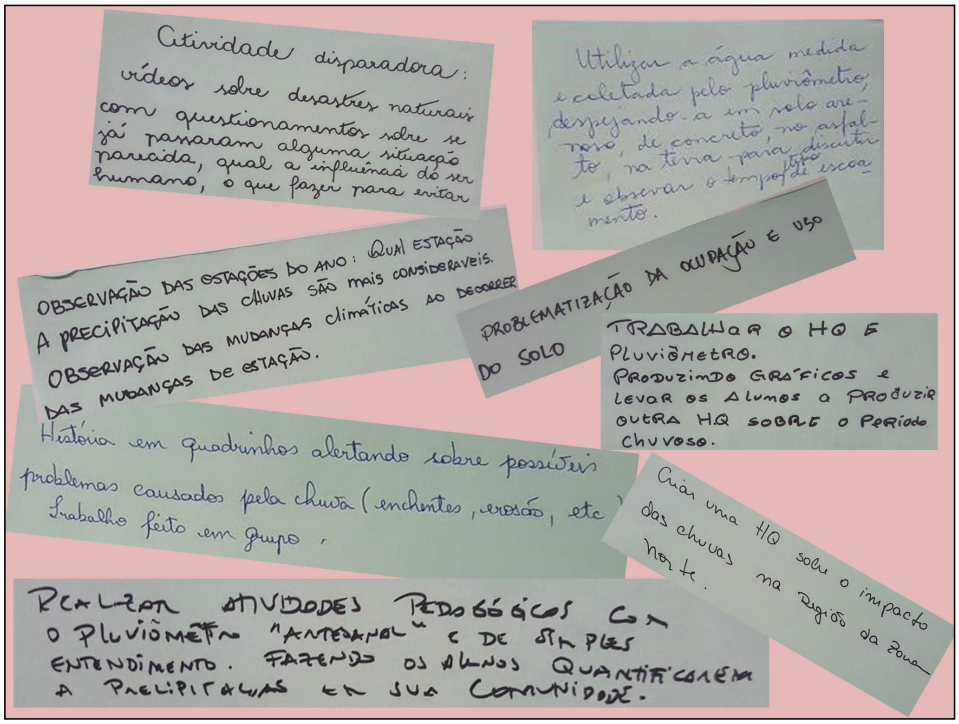


Figura 5. Exemplos de propostas resumidas de atividades relacionadas ao tema elaboradas pelos professores para serem inseridas no planejamento e no cotidiano escolar.

O quarto e último encontro ocorreu no evento na SNCT 2018, onde os professores foram convidados a apresentar os resultados dos trabalhos que foram desenvolvidos na escola sobre o tema da formação ou sobre o tema da SNCT. Os professores puderam escolher a forma de apresentar os resultados, sendo por meio de jornal mural, experimento, mapa, maquete, vídeo ou por meio de uma apresentação para o Sarau Temático-Artístico (apresentações musicais, teatro, poesia, entre outras manifestações artísticas).

O evento, aberto ao público, foi realizado no dia 18 de outubro de 2018, no Parque Vicentina Aranha (Figura 6a), com a participação de 450 pessoas, sendo 36 instituições dentre elas: 20 escolas públicas (13 da Rede Estadual de Educação e 7 da Rede Municipal); 06 órgãos públicos - Federal, Estadual e Municipal; 04 instituições do Sistema de Proteção e Defesa Civil; 03 Universidades; e 03 ONGs/projetos.

O evento da SNCT contou com as seguintes atividades: Sarau com o tema "Redução das Desigualdades e Vulnerabilidades" (Figura 6b); Mostra Científica (Figura 6c); Mostra de Vídeos (Figura 6d); e Exposição das instituições parceiras (UNESP, Cemaden Educação, UNIFESP, INPE, Instituto Florestal e Ciência no Parque).

Figura 6. SNCT 2018: (a) Parque Vicentina Aranha recebendo o evento; (b) Sarau com o tema "Ciência e arte na redução das desigualdades e vulnerabilidades"; (c) Mostra científica; e (d) Mostra de vídeo e roda de conversa.

Além da participação dos professores da formação, professores de escolas estaduais e municipais da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte que já trabalhavam com o tema de ERRD em parceria com o Cemaden Educação também foram convidados. O evento contou com a participação de escolas de 11 municípios (Atibaia, Caçapava, Campos do Jordão, Caraguatatuba, Cunha, São Bento do Sapucaí, São José dos Campos, São Luiz do Paraitinga, Paraibuna, Pindamonhangaba e Ubatuba).

Avaliação do processo formativo

Após cada um dos três primeiros encontros, foi solicitado aos professores o preenchimento de uma pequena filipeta contendo os campos QUE BOM...; QUE PENA...; e QUE TAL... Os resultados das avaliações foram usados para uma análise crítica das atividades em reuniões de avaliação e planejamento. As respostas da avaliação do primeiro e do segundo encontro foram compiladas e apresentadas, respectivamente no segundo e terceiro encontro. As respostas da avaliação do terceiro encontro foram analisadas, mas não puderam ser apresentadas aos docentes, uma vez que o próximo encontro ocorreu no evento da SNCT 2018.

As avaliações no decorrer dos encontros permitiram realizar ajustes na preparação da formação e, verificou-se a mudança de atitude de alguns professores ao mostrar os resultados da avaliação logo no início de cada encontro, mostrando que cada avaliação foi lida pelo grupo de pesquisadores e que houve o cuidado de enaltecer os aspectos positivos, inserir as sugestões e comentar sobre cada um dos aspectos negativos, como por exemplo, pouco tempo para o café, problemas com o ar condicionado, muitos conceitos teóricos, e inclusive, comentários em relação aos próprios professores, como muitas conversas paralelas e falta de interesse.

Após o evento da SNCT 2018, uma avaliação final do processo de formação foi enviada aos docentes por e-mail por meio do aplicativo Google Forms e foi respondida por 84 professores (do total de 160 professores das disciplinas de Geografia e Ciências) sendo que três deles não registraram o nome e o e-mail, uma vez que não era obrigatório. Do total de respostas, 69% eram de professores efetivos e 31 % de professores de prazo determinado. A maioria (82%) declarou que o processo formativo em ERRD foi interessante para a sua atuação na escola e 90% concordou que os conceitos trabalhados (ciência cidadã; prevenção de riscos de desastres; vulnerabilidade; sustentabilidade/insustentabilidade; e conhecimento do território) foram importantes para a sua atuação como professor. Também foi verificado que 54,8% ainda não tinham desenvolvido oficinas apresentadas na formação na escola ou comunidade, entretanto, 78,6% pretendem incluir a temática da formação no planejamento pedagógico do próximo ano.

Como aspectos positivos do desenvolvimento do projeto de extensão, verificou-se a divulgação das atividades que estão sendo realizadas em parceria ICT/Unesp e Cemaden Educação, permitindo que a disseminação dos conceitos de ERRD, formando os professores como multiplicadores, de modo que as escolas possam se tornar espaço para realizar pesquisas, compartilhar conhecimentos, entender e monitorar o tempo e o clima e até mesmo, emitir alertas de desastres. É importante também ressaltar como aspectos positivos que o grupo de pesquisadores envolvidos no processo de formação buscou novas tecnologias para trabalhar o

tema, como o uso de aplicativo para a criação de nuvem de palavras, propostas de atividades envolvendo o aplicativo Arduíno e o *Google Earth* e a utilização do aplicativo *Field Papers* para a atividade de Cartografia Social.

Como aspectos negativos, valem ser destacados o curto tempo para a formação (2h30), uma vez que a formação foi em HTC, o qual foi definido para tal atividade pela coordenação das disciplinas de Ciências e Geografia. Além disso, a obrigatoriedade de todos os professores em participar do processo formativo, por se tratar de horário de HTC, não é interessante. O ideal seria trabalhar somente com os professores que estão de fato interessados em participar, aprender e desenvolver atividades da temática de ERRD, mesmo que seja em número menor.

Considerações finais

A formação, como um projeto de extensão, atuou como um importante integrador e facilitador entre a comunidade escolar e as instituições envolvidas (ICT/UNESP e Cemaden), fortalecendo as atividades de extensão que vem sendo desenvolvidas com o objetivo criar uma rede de escolas e comunidades na prevenção de riscos de desastres.

O projeto de formação desenvolvido foi desafiador por envolver conceitos importantes na área de ERRD, propostas de atividades e a realização de oficinas em um período curto considerando os dias de formação e a carga horária. O desafio foi superado pela sinergia existente entre o grupo de pesquisadores do ICT/UNESP e do Cemaden Educação, além da importante colaboração dos estudantes extensionistas do curso de Engenharia Ambiental do ICT/UNESP com atividades de preparação e organização dos materiais das oficinas, organização dos grupos em salas separadas e compilação dos resultados obtidos.

Os resultados mostraram que a maioria dos professores considerou o tema interessante e importante para ser trabalhado na escola por meio de atividades e projetos multidisciplinares. Assim, conclui-se que o projeto foi desenvolvido com êxito, seguindo o cronograma de execução e que a maioria dos professores se mostram interessados em aplicar os conceitos apreendidos nas atividades escolares.

Notas

9 Website do Programa Cemaden Educação: http://educacao.cemaden.gov.br/.
10 Disponível em <https://www.mentimeter.com/>.
11 Disponível no site ISSUU <https://issuu.com/cemadeneducacao/docs/educac__a__o_prevenc__a__o> e no flipsnack <https://www.flipsnack.com/Cemadeneducacao/educa-o-participa-o.html>.
12 Disponível em <http://fieldpapers.org/>.

Referências

AFONSO, A. E. **Perspectivas e possibilidades do ensino e da aprendizagem em Geografia Física na Formação de Professores de Geografia.** 2015. 236f. Tese (Doutorado em Planejamento e Gestão Ambiental). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. **Lei Nº 12.608**, de 10 de Abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em 12 mai. 2019.

BUSS, C. da S.; MACKEDANZ, L. F. O Ensino Através de Projetos como Metodologia Ativa de Ensino e de Aprendizagem. **Revista Thema**, v. 14, n. 3. p. 122-131, 2017. https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/481/565.

DIDHAM, R. J.; OFEI-MANU, P. Adaptive capacity as an educational goal to advance policy for integrating DRR into quality education for sustainable development. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 47, 2020. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101631

FARIA, D. G. M.; SANTORO, J. Gerenciamento de desastres naturais. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs) **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico. 3ª edição. p. 161-177, 2015.

GOTO, E.A. **Cursos de educação não formal voltados para moradores de áreas de risco e técnicos da prefeitura:** uma análise do seu papel. 2014. 134f. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

JUVENAL, P. H. da S.; de OLIVEIRA, F. L. S.; VALDIVINO, L. F. X.; de MATOS, L. S.; Da Cruz, M. L. B. O grupo de estudos GEODESASTRE e ações em redução de risco de desastres (RRD): avanços de pesquisas acadêmicas e de formação. **Paisagens & Geografias**, v.4, n. 2, 2022. Disponível em: <https://paisagensegeografias.revistas.ufcg.edu.br/index.php/A1p7D/article/view/54>.

KAGAWA, F.; SELBY, D. Ready for the Storm: Education for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation and Mitigation. **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 6, p. 207-217, 2012. 10.1177/0973408212475200.

MARCHEZINI, V. MENDONÇA, M. B.; SATO, A. M.; ROSA, T. C. da S.; ABELHEIRA, M. Educação para a Redução de Riscos de Deesastres: Experiências formais e não formais no estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 4, 2019.

MATSUO, P. M.; PANZERI, C. G.; TRAJBER, R.; OLIVATO, D.; VELLOSO, M. F. A.; MARCHEZINI, V. Levantando a lebre da redução de riscos de desastres:

aprendizagens da Campanha #AprenderParaPrevenir. **Revista Humanidades & Inovação.** v. 8, n. 44, p. 322-339, 2021. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/3986>.

MATSUO, P. M.; SOUZA, S. A. O.; SILVA, R. L. F.; TRAJBER, R. Educação ambiental e redução de riscos de desastres: um panorama das pesquisas no Brasil. **Revista Pesquisa em Educação Ambiental** (Online), v. 14, p. 57-71, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18675/2177-580X.2019-14275>.

MEDINA, N. M. A formação dos professores em Educação Ambiental . MEC/SEF **(In)** Panorama Panorama da Educação Ambiental da Educação Ambiental da Educação Ambiental no Ensino Fundamental. Oficina de trabalho realizada em março de 2000, Brasília/DF. Brasília, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/coea/panorama.pdf#page=17>. Acesso em: 16 ago. 2022.

MEDINA, N. M. Formação de multiplicadores para educação ambiental. PEDRINI, A.G. (Org.). **O Contrato Social da Ciência, unindo saberes na Educaç**ão Ambiental. Petrópolis: Vozes, 2002. Disponível em: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2011/04/multiplicadores-para-educacao-ambiental.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2022.

MOTTA, L. R. **Avaliação do Curso de Formação de Professores para Redução de Riscos de Desastres - Estudo de caso de Angra dos Reis/RJ**. 2021. 106f. Dissertação (Mestrado em Defesa e Segurança Civil). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2021.

OLIVATO, D.; ANDERSON, L. O.; MATSUO, P. M.; SOUZA, U. D. V.; MARCHEZINI, V.; TRAJBER, R. Jovens na composição de diálogos cartografados sobre prevenção de desastres. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; BURITI, C. O.; LUCCI, E. A.; STEVENS, D.; LOPES, E. S. S.; BARBOSA, H.; LONDE, L., JATOBÁ, L.; FIGUEIREDO, W. S. F., SILVA, W. T. L. (Org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2ed. São Paulo: Centro Paulo Souza, 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2020, p. 537-549. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/Reducao2020.html> . Acesso em: 05 jan. 2022.

OLIVATO, D.; SULAIMAN, S. N.; TRAJBER, R.; ZDUNIAK, S.; SILVA, J. J. Experiências de processos participativos em gestão de riscos na Macrometrópole Paulista: o papel da educação. **Diálogos Socioambientais na Macrometrópole Paulista**, v. 3, p. 68-71, 2020a.

PAMPUCH, L. A.; TRAJBER, R.; LUZ, A.; SARAIVA, A. V.; PIMENTEL, C.; OLIVATO, D.; MASCARENHAS, M.; MATSUE, P. M.; MENDES, T. S. G. Educação + Participação: **Uma Equação para Redução do Risco de Desastres.** 2017 (História em Quadrinhos).

PANZERI, C. G.; MATSUO, P. M.; TRAJBER, R.; OLIVATO, D.; VELLOSO, M. F. A.; SATO, A. M.; LUCENA, R.; BARBOSA, M. S.; PINHEIRO, A. G. Campanha

#AprenderParaPrevenir: inspirações para reduzir riscos de desastres. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; FREITAS, C. M.; LOPES, E. S. S.; CASTRO, G. R. B.; BARBOSA, H. A.; LONDE, L. R.; MAGNONI, M. G. M.; SILVA, R. S.; TEIXEIRA, T.; FIGUEIREDO, W. S. (Orgs.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano.** 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2020, p. 10-26. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/Reducao2020.html>. Acesso em: 05 jan. 2022.

PETAL, M. Education in disaster risk reduction. In: SHAW, R.; KRISHNAMURTHY, R. R. (Eds), **Disaster management:** Global challenges and local solutions. Hyderabad, India: University Press, p. 285-320, 2009.

PMSJC – Prefeitura Municipal de São José dos Campos. **Relatório Técnico Final** - Mapeamento das Áreas de Risco Associados a Escorregamentos de Encostas no Município de São José dos Campos – SP. Convênio UNIVAP/ PMSJC (Processo nº 53.366 de 02/09/2013). São José dos Campos, 2014.

PMSJC – Prefeitura Municipal de São José dos Campos. **Avaliação de Áreas de Risco do Município de São José dos Campos Produto Final Relatório Completo do Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) FASE I e FASE II.** Instituto de Pesquisa, Administração e Planejamento (IPPLAN) Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/servicos/gestao-habitacional-e-obras/habitacao/plano-municipal-de-reducao-de-riscos/>. Acesso em 08 ago. 2022.

ROSA, T. da S., MENDONÇA, M. B., MONTEIRO, T. G., SOUZA, R. M. LUCENA, R. A Educação ambiental como estratégia para a redução de riscos socioambientais. **Ambiente & Sociedade**. v. 18, n. 3, p. 211-230. 2015.

SATO, A. M.; LEAL, P. J. V., SILVA, W. P. et al., Curso de capacitação de professores para redução de desastres. In: MARCHEZINI, V., WISNER, B., SAITO, S. M., LONDE, L. R. (Eds.) **Reduction of Vulnerability to Disasters: from Knowledge to Action**. São Carlos: Rima Editora, p. 551-565, 2017.

SELBY, D.; KAGAWA, F. **Disaster Risk Reduction in School Curricula: Case Studies from Thirty Countries**. UNESCO, Paris/UNICEF Geneva. p. 207, 2012.

TRAJBER, R.; OLIVATO, D. A escola e a comunidade: ciência cidadã e tecnologias digitais na prevenção de desastres. In: MARCHEZINI, V., WISNER, B., SAITO, S. M., LONDE, L. R. (Eds.) **Reduction of Vulnerability to Disasters: from Knowledge to Action**. São Carlos: Rima Editora, p. 531-550, 2017.

TRAJBER, R.; PIMENTEL, C. T.; LUZ, A. E. O.; MATSUO, P. M.; OLIVATO, D.; SAITO, S. M. Educação na prevenção de desastres, uma temática emergente e emergencial. In: Lourenço Magnoni Júnior; David Stevens; Eymar Silva Sampaio Lopes; Evandro Antonio Cavarsan; José Misael Ferreira do Vale; Maria da Graça Mello Magnoni; Wellington dos Santos Figueiredo. (Org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 1ed. São Paulo: Centro

Paulo Souza, v. 1, p. 45-57, 2017.

UNISDR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Hyogo Framework for Action 2005-2015:** Building the resilience of nations and communities to disasters. UNISDR, 2005.

UNISDR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015-2030)**. UNISDR, 2015.

VIANA, B.; QUEIROZ, C. Ciência Cidadã para além da coleta de dados. **COMCIENCIA Revista Eletrônica de Jornalismo Científico.** Publicado no dia 05 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.comciencia.br/ciencia-cidada-para-alem-da-coleta-de-dados/#more-6668>. Acesso em: 02 ago. 2022.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

COMO ESTAMOS VENDO AS NOSSAS CIDADES: COLETA DE DADOS PARTICIPATIVA E COLABORATIVA ATRAVÉS DE UM PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

HOW DO WE SEE OUR CITIES? PARTICIPATORY AND COLABORATIVE RESEARCH IN THE SCOPE OF AN EXTENSION PROJECT

Aloísio Lélis de Paula[1]
Luciana de Resende Londe[2]
Marina Gonçalves de Mattos[3]
Tatiana Sussel Gonçalves Mendes[4]
Veronica Abreu Costa Lima de Abreu[5]

Introdução

As cidades são construídas através de sua própria história, a partir das primeiras ocupações, da configuração dos caminhos, ruas e estradas que conectam a outros lugares (ROSSI, 2001). A organização territorial se deve às pessoas que formam suas habitações e assentamentos e se apropriam do território para viver e exercer suas dinâmicas sociais. Não há como separar as pessoas das cidades, elas coexistem (BRUNHES, 1956).

As primeiras ocupações promoveram a gênese das cidades, onde os primeiros habitantes se assentaram às margens dos rios pela oferta de água, pesca e labor. Naturalmente estes habitantes definiram os caminhos que ligaram a outros lugares. Kevin Lynch (1997) afirma que os elementos estruturadores da paisagem contribuem para a configuração territorial e Rossi (2001) aponta ainda que a configuração territorial se dá através do tempo. Dessa maneira, as cidades são configuradas pelos elementos estruturadores da paisagem que dão forma ao desenho urbano, através do tempo e em suas dinâmicas sociais e econômicas.

Então, como estamos vendo as nossas cidades? Como podemos mapear os riscos de desastres de maneira colaborativa e participativa? E de que maneira podemos contribuir para a redução dos riscos de desastres?

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) garante o direito à propriedade urbana para que ela exerça sua função social: vivemos nas cidades, as cidades

1 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Ciência e Tecnologia, campus de São José dos Campos. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7204-4537. E-mail: aloisio.lelis@unesp.br.
2 Cemaden - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6494-0486. E-mail: luciana.londe@cemaden.gov.br.
3 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Ciência e Tecnologia, campus de São José dos Campos. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0920-9452. E-mail: marina.mattos@unesp.br.
4 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Ciência e Tecnologia, campus de São José dos Campos. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0421-5311. E-mail: tatiana.mendes@unesp.br.
5 Módulo Centro Universitário, campus Martim de Sá, Caraguatatuba. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0180-3262. E-mail: gestao.abreu@gmail.com.

são formadas pelas pessoas, as dinâmicas sociais e econômicas contribuem para a conformação territorial e histórica das cidades. A Constituição Federal em seu Capítulo II, Artigo 182 (BRASIL, 1988) define e atribui ao município a política de desenvolvimento urbano, que tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem estar de seus habitantes. Em seu parágrafo primeiro, declara que o Plano Diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana. Com isso podemos entender que a municipalidade e os munícipes têm a atribuição de construir esse instrumento que é muito importante na gestão territorial da cidade.

Devemos conhecer a cidade o suficiente para identificar suas vocações, áreas de expansão, regular o crescimento estabelecendo índices urbanísticos adequados e, dentre muitas coisas, identificar as áreas de riscos de desastres. No entanto, a gestão de risco de desastres aparenta não ter ganhado a devida importância pelos planejadores (BOGO, 2020).

Os municípios que produzem seus planos diretores e se dedicam a mapear, organizar e atualizar a sua base cadastral através da reconstituição territorial com base em levantamento aerofotogramétrico, se empenham em identificar a divisão político-administrativa e suas características imobiliárias e territoriais, mas não possuem o domínio de todo o território. O planejamento urbano deve buscar compreender sobre como as pessoas habitam, atuam, interagem e respondem aos ambientes (LYNCH, 1997).

Os municípios são responsáveis por manter a base cadastral de referência atualizada, tarefa que demanda tempo e recurso, mas as dinâmicas sociais e econômicas transformam o território de maneira silenciosa e contínua, com eventos e ocupações que não são percebidos rapidamente pela municipalidade e que se consolidam tornando mais difícil as intervenções. É necessário somar os esforços da secretaria de planejamento urbano e as demais secretarias municipais, autarquias e entidades de pesquisa que promovem seus trabalhos e criam bancos de dados que devem se somar à base cadastral de referência.

Há necessidade de levar às comunidades em áreas de risco os conceitos primários de riscos de desastres, abrir o olhar para a percepção desses perigos e riscos, torná-los agentes locais para identificação e mapeamento e torná-los, ainda, agentes multiplicadores em suas comunidades. O projeto de extensão universitária, com sua função social, pode ser um meio de interagir com a comunidade e apresentar esses conceitos de forma a capacitá-la para identificar e registrar os riscos de desastres, podendo usar omapeamento participativo.

Andrade e Carneiro (2009), Araújo, Anjos e Rocha-Filho (2017) entendem o mapeamento participativo como uma leitura territorial interativa apoiada nas memórias e conhecimentos das comunidades locais e que permite aos mapeadores locais representar os elementos mais significativos.

A cartografia social participativa apoiada em agentes locais é uma estratégia de compreensão do território onde eles vivem, se comportam e compreendem, produzindo em seus mapas mentais ou mapas falados suas memórias e elementos estruturadores da paisagem e eventos significativos. A cartografia social também é uma estratégia de ensino e aprendizagem quando levamos os conceitos de riscos de desastres a essas comunidades.

Machado e Camboim (2019) afirmam que o mapeamento colaborativo é uma alternativa relevante para o uso em conjunto com o mapeamento de referência urbano, aplicados conjuntamente com outras geotecnologias nas atividades de gestão urbana.

O mapeamento participativo permite melhorar a percepção das pessoas sobre seu ambiente, num contexto local e regional, de modo a conhecer os problemas e as potencialidades dos territórios em análise (CARPI JR; DAGNINO, 2021). Baseado na cartografia social, o mapeamento participativo é uma importante metodologia para ampliar a percepção em relação aos riscos de desastres (FREITAS; FARIAS, 2019).

É nesse sentido que o projeto de extensão soma as atividades de pesquisa acadêmica, a necessidade das comunidades em conhecer o risco, os gestores públicos nas ações da municipalidade para a redução do risco de desastre e o compartilhamento da base cadastral de referência, e os alunos de ensino médio da escola estadual local na aplicação da cartografia social.

O presente trabalho está dividido em cinco seções. A introdução apresenta os conceitos iniciais de análise urbana e as dificuldades de manter a base cadastral de referência atualizada. A segunda seção apresenta uma abordagem da percepção dos riscos e da construção de base de dados participativa, para conhecer nossas cidades. A terceira seção apresenta a metodologia utilizada para a análise urbana, através da matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) (KUMMER, 2016) e a análise ambiental através dos indicadores ambientais da matriz PEIR (Pressão, Estado, Impacto e Resposta) (SANTOS, 2002; PNUMA, 2004). Na quarta seção, os resultados da aplicação da metodologia proposta em uma bacia hidrográfica são apresentados e discutidos. As considerações finais são apresentadas na última seção.

Conhecendo nossas cidades

Conhecemos as nossas cidades quando vivemos nelas e experimentamos as relações sociais de moradia, trabalho, educação, saúde e lazer. Conhecemos melhor as regiões e compreendemos as suas dinâmicas quando verificamos a distribuição da população em seu território e analisamos, através de indicadores urbanos, ambientais e sociais, as condições de vida das pessoas. Quando

olhamos para o território e vemos a divisão política e seus limites, a separação de bairros e loteamentos, notamos que há diferenças sociais e diferenças na distribuição dos investimentos e serviços públicos.

Perceber essas diferenças é essencial para planejar investimentos e garantir a distribuição ponderada de recursos de infraestrutura e serviços públicos. Ainda podemos perceber que uma parcela da população vive em áreas suscetíveis a alagamentos, inundações, deslizamentos de terra e outros riscos. A drenagem urbana é um desafio para a gestão pública e a formação de novos núcleos e bairros dentro dessas áreas de risco também requer mais ações do poder público.

Kevin Lynch (1997) contribui com essa percepção quando diz que conhecemos a região da cidade onde vivemos através dos percursos que fazemos para ir ao trabalho e voltar para casa, ir à escola e a outros lugares. Dessa maneira, o entendimento do território e sua organização ficam registrados na memória pela vivência do lugar. A vida cotidiana nos aproxima das regiões onde melhor compreendemos as dinâmicas locais. Dessa forma, cada indivíduo tem sua percepção das regiões da cidade e cria seus mapas mentais do que é a cidade para si.

Somar os diversos mapas mentais e construir um mapa coletivo onde as percepções individuais são registradas, de modo que o resultado retrate a percepção coletiva, é o desafio descrito e analisado neste trabalho.

A percepção do risco

O primeiro passo para Redução de Riscos e Desastres na comunidade é considerar a aprendizagem mútua, relacionar os conhecimentos da população e os conhecimentos científicos para criar hábitos e valores de mitigação de riscos e desastres. Isso implica no desafio de adaptar as novas tecnologias e engajar a comunidade a participar e influenciar os governos nos processos de planejamento público (GAR, 2022).

A gestão do risco ecológico-social é uma ciência complexa, integra métodos computacionais, matemáticos, ambientais, urbanos, históricos e culturais na tomada de decisões assertivas. A multidisciplinariedade do campo exige abordagens inovadoras de coletas de dados que possam abordar a percepção do risco da comunidade e discutir como agir reflexivamente sobre o território que habita (GAR, 2022).

Compreender a vulnerabilidade é um processo de relacionar dados qualitativos e quantitativos. A construção de um modelo de análise da vulnerabilidade envolve detalhar processos biofísicos e sociais que causam impactos na comunidade para levantar meios de recuperação. As causas entrelaçam a geografia do local com as pressões econômicas, o crescimento populacional, a ocupação da terra

e a governança. As abordagens quantitativas são capazes de dar suporte aos conceitos abstratos da vulnerabilidade e servir de referência para atividades de campo e mapas mentais dos observadores (WISNER, 2016).

Portanto, a resposta é buscar o alinhamento das pressões sociais, estruturais e de governança para encorajar comportamentos de redução de risco e desastre e incentivar a participação da comunidade na criação de alertas precoces e nos processos comunicativos.

Construção de uma base cadastral participativa

A construção de uma base cadastral em escala detalhada nem sempre é possível para a municipalidade, em função da dinâmica de crescimento e mudanças na cidade e do alto custo. Os avanços da ocupação em áreas de riscos de desastres são percebidos tempos depois de sua consolidação. Dessa maneira, a municipalidade encontra dificuldade em remover as famílias que se assentam nessas áreas.

A base cadastral que os municípios constroem para compor o Macrozoneamento Urbano e outros mapas de gestão territorial da cidade, executados com o Plano Diretor e suas revisões, deve ser o instrumento de controle cartográfico e de referências para orientar o mapeamento participativo. É sobre essa base cadastral de referência que devemos nos debruçar para garantir a acurácia dos pontos coletados.

Desta maneira, a construção de um banco de dados onde há informação coletada por várias pessoas e, consequentemente, muitos olhares e percepções, demanda um trabalho amplo de organização dos mapas mentais, tabulação dos dados e posterior inserção dos resultados em um banco de dados geográficos para serem manipulados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Em algumas ocasiões, estes dados estão em formatos que inviabilizam a tabulação, sendo necessário organizar os formulários e realizar um *checklist* para balizar o trabalho de campo.

Assim, para a organização do trabalho de campo de modo a garantir uma tabulação automatizada é necessário o uso de um aplicativo que oriente a coleta de dados em campo, uniformizando o preenchimento dos campos para cada ponto georreferenciado.

Metodologias aplicadas

As metodologias utilizadas nessa pesquisa para mapeamento participativo e colaborativo através de projeto de extensão universitária são parte de outras pesquisas em outras bacias hidrográficas na planície costeira do Litoral Norte Paulista que ainda não foram publicadas, pesquisas que se propuseram a fazer análise urbana, ambiental e de risco de desastres.

Dessa maneira, o recorte territorial da pesquisa ora apresentada é parte de uma pesquisa mais ampla da Bacia Hidrográfica do Rio Massaguaçu, onde nos detemos em um setor para as análises que são apresentadas.

Projeto de Extensão Universitária

Para organização da pesquisa em suas etapas foi criado um projeto de extensão universitária para a integração dos diferentes atores que participaram desse trabalho: Instituição de Ensino Superior, a Prefeitura Municipal de Caraguatatuba através das Secretarias Municipais de Habitação e Urbanismo, Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte e Escola Estadual.

O Projeto de Extensão Universitária foi desenvolvido no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, "Projeto de Extensão Rios Urbanos: Rio Massaguaçu é preciso preservar", que teve como objetivo motivar os alunos de graduação e prepará-los com os conceitos de análise urbana, através de estudos dos autores Kevin Lynch (1960) e Aldo Rossi (2001); análise ambiental por meio de indicadores ambientais da matriz PEIR (PNUMA,2004); e análise de riscos de desastres considerando os conceitos de Wisner (2017) e Oliver-Smith (2017).

Outro objetivo do projeto de extensão foi construir ações acadêmicas que permitam que os alunos se aproximem da realidade das comunidades em áreas de riscos, trazer os gestores públicos ao centro universitário para falar de suas ações de planejamento para redução dos riscos de desastres e promover reflexões sobre a percepção dos riscos de desastres na comunidade.

Assim, os alunos de graduação atuaram nas etapas de pesquisa e compreensão dos objetivos, apresentação de seminários, coleta de dados em campo através de aplicativo para smartphone, apresentação dos conceitos de percepção de riscos de desastres em uma Escola Estadual situada na bacia hidrográfica como área de estudo e aplicação de atividade de cartografia social aos alunos da Escola Estadual.

Metodologia participativa e colaborativa

Para a construção do diagnóstico da área de estudo utilizamos da cartografia social participativa com os alunos de ensino médio da Escola Estadual Benedito Miguel Carlota, situada na bacia hidrográfica do Rio Massaguaçu. Esses alunos residem nas proximidades da escola e vivenciam alagamentos e inundações em eventos de chuvas intensas.

O mapeamento colaborativo foi desenvolvido com os alunos de graduação com o uso de um aplicativo para smartphone com *checklist* estruturado para coleta

de dados quantitativos. Os graduandos coletaram pontos georreferenciados e preencheram os campos correspondentes a questões envolvendo aspectos urbanos, ambientais e de risco de desastres para a construção de um diagnóstico quantitativo. Através das matrizes de análise urbana pela matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*), ambiental e de risco de desastres pela matriz PEIR (Pressão, Estado, Impacto e Resposta), os graduandos contribuíram com dados qualitativos e com propostas de intervenções urbanas para a redução dos riscos de desastres.

Oficina na Escola Estadual

Nas oficinas desenvolvidas na Escola Estadual foram apresentados os principais conceitos de percepção de riscos e desastres. Os alunos do ensino médio identificaram nos mapas impressos os loteamentos e bairros onde habitam e marcaram os pontos de riscos de desastres, assim como pontos de alagamentos e inundações já conhecidos.

Posteriormente, os mapas foram escaneados para compor o diagnóstico por cartografia social e comparar com os dados coletados através do aplicativo para smartphone.

Coleta de dados por aplicativo “Monitorando a Cidade”

Para executar a coleta de dados quantitativos foi utilizado o aplicativo para smartphone “Monitorando a Cidade”, onde foi estruturado um *checklist* com indicadores urbanos, ambientais e de risco de desastre, o qual foi preenchido para cada ponto georreferenciado coletado. Para tal, foi organizada uma campanha de coleta de dados em campo com período definido. No fim do período da campanha, os dados foram baixados com o diagnóstico quantitativo organizado.

Matriz SWOT

A análise SWOT, amplamente utilizada para análise de empresas, foi adaptada para uma análise urbana. Também conhecida como matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), a matriz (Figura 1) permite encontrar os elementos prioritários para a redução de fraquezas (que são características internas) e das ameaças (que são características externas), além de definir as forças (que são características internas) e as oportunidades (que são características externas), para propor intervenções urbanas de redução de risco e desastre (SOUTO, 2021).

	ÚTIL PARA A ANÁLISE	PREJUDICIAL PARA A ANÁLISE
ORIGEM INTERNA ANÁLISE NO LUGAR	FORÇAS	FRAQUEZAS
ORIGEM EXTERNA ANÁLISE ALÉM DO LUGAR	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS

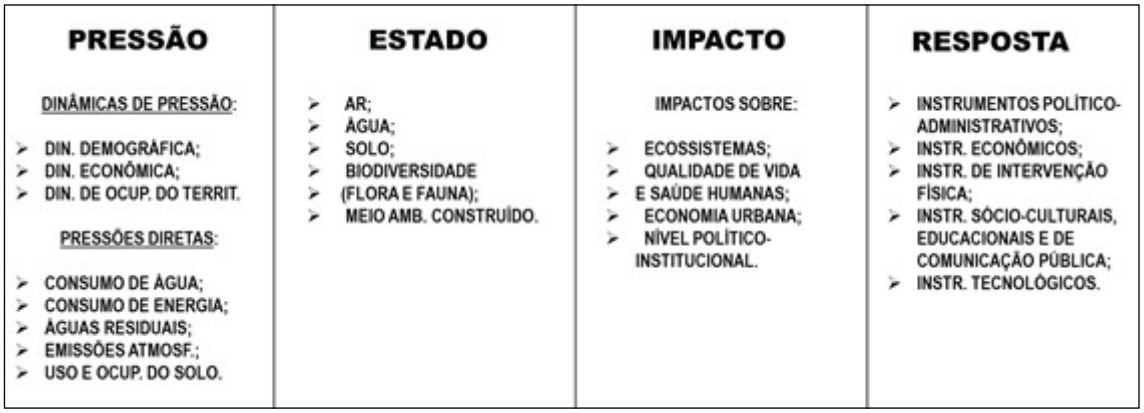
Fonte: os autores.

Figura 1. Matriz SWOT adaptada para análise urbana.

Matriz PEIR e Indicadores de Riscos de Desastres

A metodologia PEIR é amplamente utilizada na elaboração das séries GEO desenvolvida pelo Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente (PNUMA), e utilizada para a produção dos documentos básicos que compõem o GEO-Brasil (SANTOS; CÂMARA, 2002).

Assim, para o desenvolvimento da análise ambiental, a pesquisa utilizou a matriz PEIR/PNUMA/ONU (GEO BRASIL, 2002) onde foram identificados e avaliados os indicadores de Pressão, Estado, Impacto e Resposta, organizados e apresentados conforme a Figura 2.



Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pelos autores.

Figura 2. Matriz PEIR - Indicadores para análise dos fenômenos ambientais.

As análises urbanas, ambientais e de risco de desastres foram associadas às diversas etapas da metodologia aqui proposta, cujos indicadores foram observados em suas dimensões e integrados nas análises.

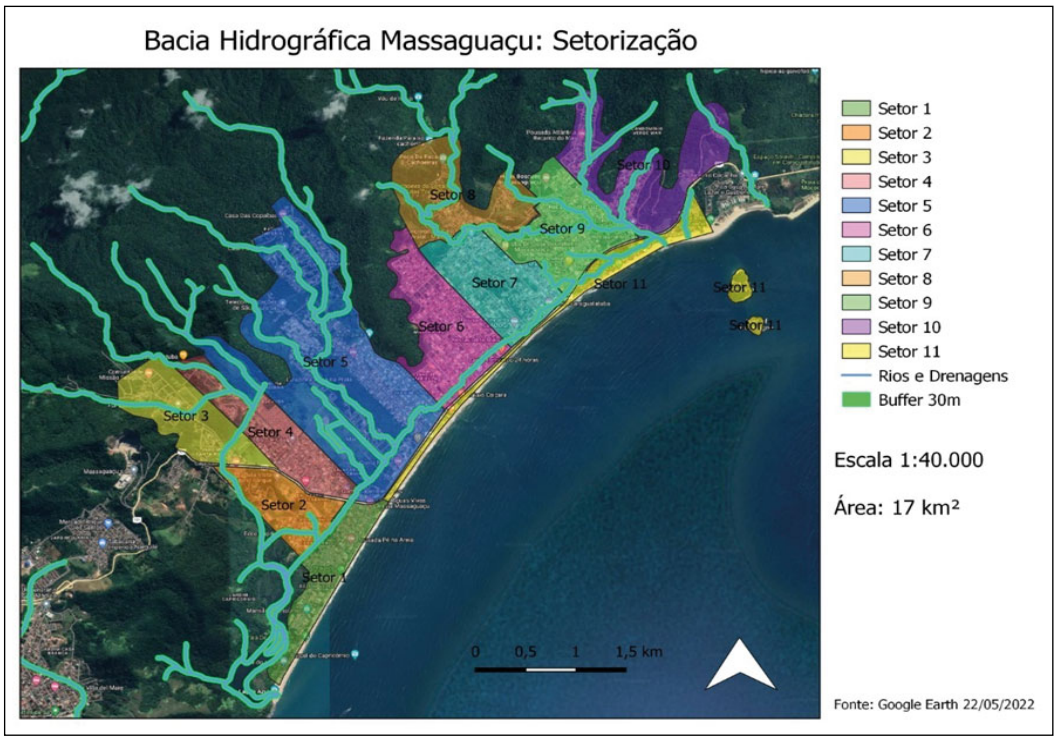
Resultados

A experiência na Bacia Hidrográfica do Rio Massaguaçu

Projeto de Extensão “Rios Urbanos: Rio Massaguaçu é preciso preservar.”

As atividades na região norte de Caraguatatuba-SP, delimitado como território de análise a Bacia Hidrográfica do Massaguaçu, é uma sequência do Projeto de Extensão Rio Urbanos e de análises científicas. As primeiras conversas e motivações aconteceram com os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo, das dinâmicas de organização de grupos de pesquisa que envolvem as distribuições de temas, estudos teóricos e apresentação de trabalhos.

Os grupos distribuem os temas de pesquisas por aspectos e dimensões, escolhem conforme afinidade e apresentam o seminário para compartilhamento do aprendizado. A divisão do território da Bacia Hidrográfica do Rio Massaguaçu por setores, conforme mostra a Figura 3, atribui características similares a cada setor e facilita o trabalho de coleta de dados em campo.

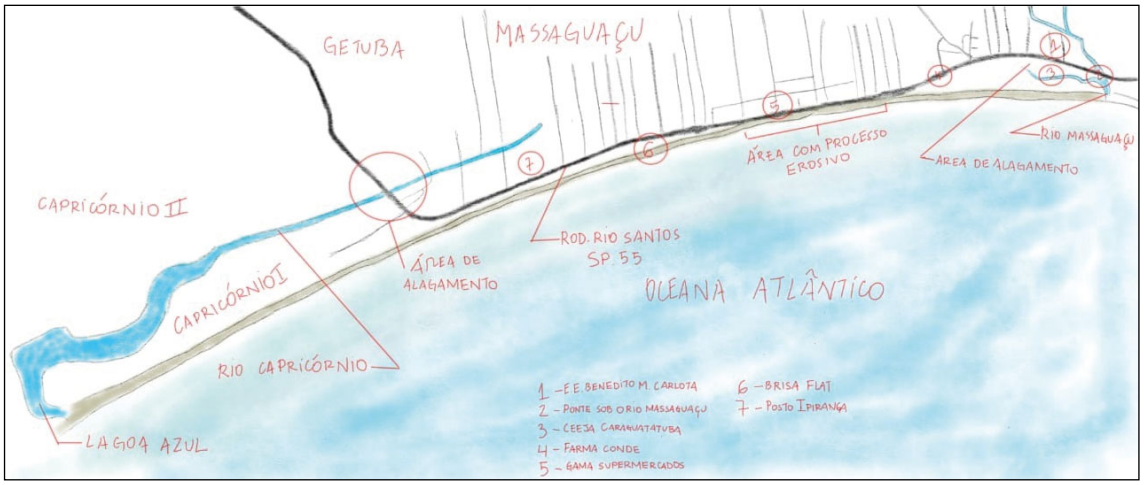


Fonte: Google Earth. Editado pelos autores.

Figura 3. Setorização da Bacia Hidrográfica do Rio Massaguaçu.

O exercício de mapa mental proposto por Kevin Lynch (1960) contribui para identificar as percepções dos alunos e propicia a troca de experiências sobre as memórias do lugar. Desta forma, um mapa mental da área de estudo foi produzido

pelos alunos de graduação (Figura 4), onde observa-se que feições importantes e pontos de referência foram inseridos, assim como pontos críticos relacionados a processos de erosão, alagamentos e inundações foram destacados.



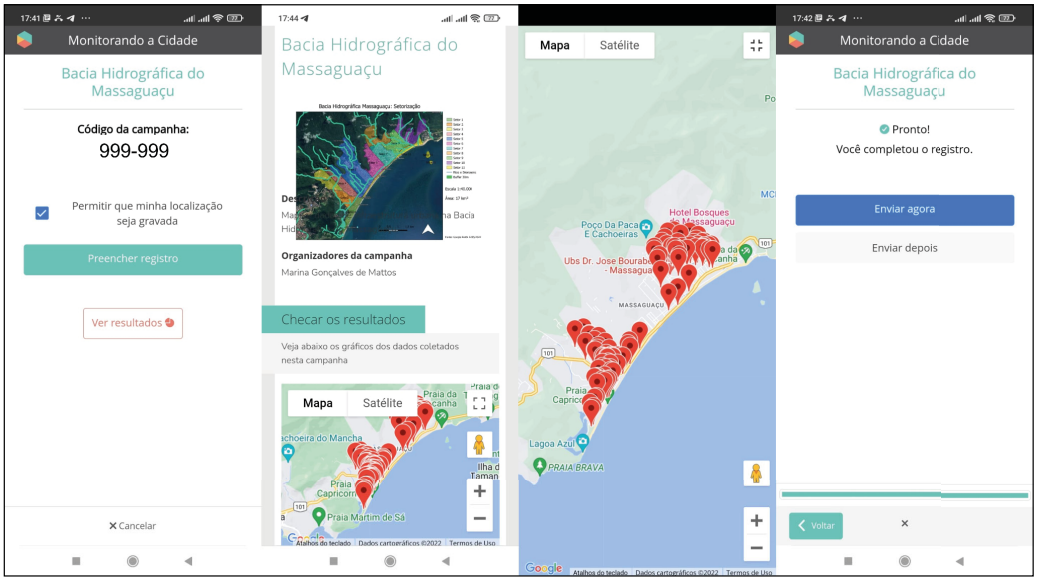
Fonte: os autores.

Figura 4. Mapa mental produzido pelos alunos de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

A finalização da atividade extensionista corresponde à apresentação das propostas de intervenções urbanas dos alunos acadêmicos, com objetivo de reduzir os riscos e desastres.

Metodologia participativa e colaborativa

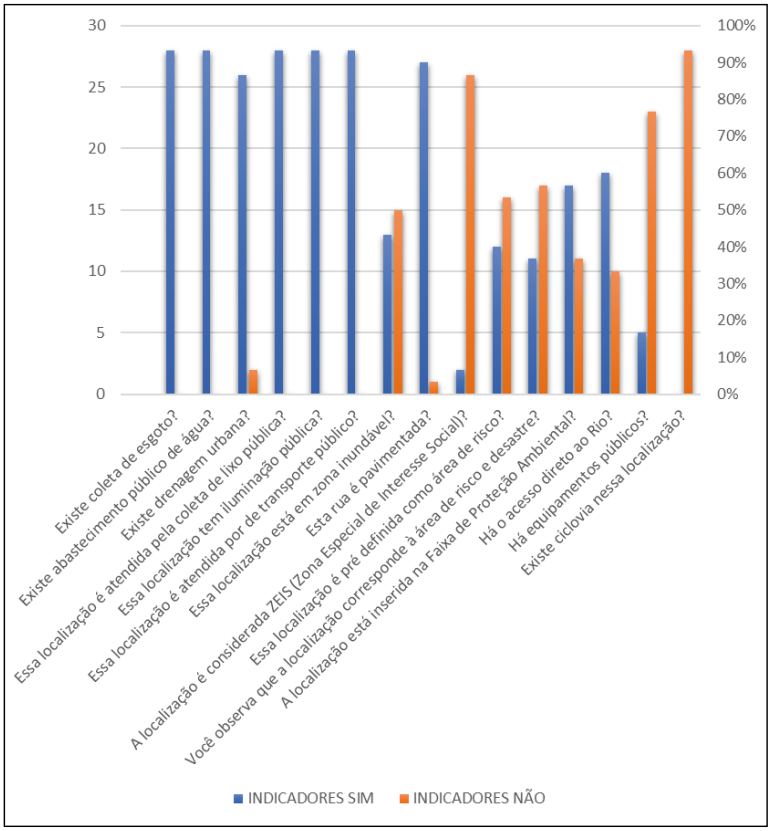
A coleta de dados participativa foi realizada por alunos do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, assim como a aplicação da oficina de cartografia social na Escola Estadual. A atividade foi preparada em sala de aula, produzindo o *checklist* considerando indicadores urbanos, ambientais e de risco de desastres. Assim, o aplicativo foi organizado para o trabalho de campo e o *checklist* dos indicadores foi preenchido *in loco,* com o apoio do aplicativo para smartphone. A Figura 5 ilustra algumas telas do aplicativo “Monitorando a Cidade”, em uso para o desenvolvimento da metodologia proposta.



Fonte: Monitorando a Cidade.

Figura 5. Aplicativo para smartphone Monitorando a Cidade (prints de tela).

Os resultados da coleta de dados foram compilados e organizados de forma a serem representados em gráfico (Figura 6), que apresenta os dados somente para o setor 9. A partir dos dados quantitativos, as análises urbana, ambiental e de risco de desastres foram realizadas para esse setor.



Fonte: os autores.

Figura 6. Gráfico de dados quantitativos dos indicadores urbanos, ambientais e de risco de desastre Setor 9.

Oficina na Escola Estadual

Os alunos e professores do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo apresentaram um Seminário sobre Percepção de Risco de Desastre para os alunos de ensino médio da Escola Estadual e aplicaram a oficina de mapeamento participativo (Figura 7), utilizando mapas impressos de imagem satélite obtidos a partir do aplicativo Google Earth, no qual os alunos indicaram com etiquetas coloridas pontos de alagamentos, inundações e outros riscos ou pontos de interesse. Os mapas produzidos podem ser observados na Figura 8.

Fonte: dos autores.

Figura 7. Oficina na Escola Estadual.

Fonte: dos autores.

Figura 8. Resultado da cartografia social

Análises urbanas, ambientais e de risco de desastres

Análise Matriz SWOT

a) *Strengths* – Forças

• Disponibilidade hídrica

Segundo a Gestão de Recursos Hídricos da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 03, a Bacia Hidrográfica Massaguaçu não apresenta alta deficiência em relação a quantidade e a qualidade da água, apresentando um índice de disponibilidade muito alto. Mesmo nos períodos de temporada há o abastecimento de água potável em quase toda área, assim como a instalação da rede de esgoto. Nesta bacia hidrográfica está um dos dois sistemas públicos de produção e abastecimento de água da SABESP no município, o outro implantado ao sul (Porto Novo), como também há um dos quatro subsistemas de coleta e tratamento de esgoto (dentre os do Porto Novo, Indaiá e Martim de Sá), dos quais suprem a demanda da população local (CBH-LN, 2020).

• Potencial cênico

O município de Caraguatatuba é abundante em belezas naturais, com praias, rios, cachoeiras e a Mata Atlântica que compõem o Parque da Serra do Mar, privilegiando o turismo e, consequentemente, fomentando a economia da região.

• Zona turística

A riqueza dos recursos naturais transforma a cidade em referência turística, favorável ao lazer e a práticas esportivas. A praia do Massaguaçu é a maior praia da UGRHI 03 com aproximadamente 7,5 km de extensão. É uma faixa de areia longa considerando que das 184 praias catalogadas na UGRHI 03, a extensão da maioria delas é inferior a 1 km (CBH-LN, 2020). O lugar é apreciado pelos surfistas e pescadores, movimentando campeonatos esportivos. Além disso, quiosques de ofertas de serviços, ciclovia e passarela de caminhada também são atrativos na orla marítima. As águas doces compõem outros pontos turísticos, como a Lagoa Azul no bairro Capricórnio, as cachoeiras Poço das Pacas e Véu de Noiva na Serra do Mar e os pesqueiros no bairro Getuba. Os condomínios privados como o Mar Verde e Parque Imperial têm seus cursos hídricos procurados pelos banhistas.

• Iluminação pública

Os serviços de iluminação pública encontram-se satisfatórios na cidade de Caraguatatuba. Em 2018, o trecho rodoviário da Serra do Massaguaçu recebeu a instalação dos serviços urbanos.

• Coleta de lixo

Caraguatatuba apresenta sistema de coleta de lixo, o lixo comum é recolhido três vezes por semana, enquanto a coleta de reciclados ocorre uma vez. No Massaguaçu tem o Ecoponto Massaguaçu para coleta de reciclados, cuja estrutura auxilia a população de veraneio.

• Transporte público

O acesso ao transporte público encontra-se suficiente na região do Massaguaçu. Os veículos circulares trafegam entre os bairros com rota às instituições educacionais e de saúde.

• Pavimentação

A região do Massaguaçu tem recebido grandes investimentos em obras de pavimentação e drenagem pública. A extensão rodoviária é asfaltada, assim como as principais vias arteriais, sendo as primeiras ruas que obtiveram o recurso. A partir de 2010, o tipo de pavimentação predominante tornou-se o bloquete sextavado, período que intensificou a urbanização no setor norte de Caraguatatuba. Em 2019, o poder público iniciou as obras de drenagem na Rodovia Rio-Santos, melhorias que reduziram os alagamentos no bairro Getuba.

• Acesso a saúde e educação

A população tem garantia de atendimento à saúde pública: UPA – Massaguaçu, UBS Dr. José Bourabeby – Massaguaçu, SAMU e UBS Jetuba. As instituições de ensino da região abrangem os níveis maternal, infantil, jovem e adulto, como também há espaços públicos para oficinas culturais e esportivas: E. E. Benedito Miguel Carlota, CEEJA Caraguatatuba, EMEI/EMEF Benedito Inácio Soares, CEI Profª Ester Nunes de Souza, CIEF Profª Maria Thereza de Souza Castro (Getuba), CEI/EMEI Profª Vera da Silva Santos, CRAS Nadir Pereira Soares.

• Pesca e cultura caiçara

A cultura caiçara tem sido resgatada e preservada pelos moradores. A Fazenda Marinha da Cocanha, mantida pela Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha (MAPEC), desenvolve projetos na área de Educação Ambiental com oficinas que integram alunos escolares, acadêmicos e pescadores com incentivo ao turismo de base comunitária.

b) *Weaknesses* – Fraquezas

• Ausência de rede hidrofluviométrica

Não há estudos e monitoramentos a partir de uma rede hidrofluviométrica na UGRHI 03 para gerenciar ações preventivas de risco e desastre (CBH-LN, 2020).

Falhas na fiscalização de outorga da água

A construção de sistemas de reservatórios, cisternas ou poços irregulares afeta a qualidade e quantidade das águas.

• Ocupações irregulares

As ocupações irregulares são impossibilitadas legalmente de acesso às instalações de saneamento básico e acabam por lançar os esgotos domésticos nos cursos da água, impactando na poluição e na saúde da população.

• Drenagem urbana insuficiente

A drenagem urbana é um dos elementos do saneamento básico, representa medidas estruturais contra inundações, alagamentos, enchentes, erosões e movimentos de massa. A insuficiência do recurso implica na perda de vidas e bens e prejuízos na saúde pública e ambiental (CBH-LN, 2020).

• Insuficiência de dados

Não existe levantamento das residências afetadas por alagamentos, dificultando as análises por meio de indicadores (CBH-LN, 2020).

• Mobilidade urbana reduzida

A principal via de acesso ao bairro Massaguaçu é a rodovia Rio-Santos (SP-055), eixo de fluxo intenso que conecta os municípios do litoral paulista ao Estado do Rio de Janeiro. As melhorias da obra da Rodovia dos Tamoios reduziram o tráfego de veículos na parte central de Caraguatatuba, desviando o congestionamento para a Bacia Hidrográfica do Massaguaçu, onde atualmente não há planos de intervenções urbanas no tema. A rodovia interestadual localizada paralela à orla da praia do Massaguaçu agrava o problema, no entanto, a praia de tombo é avaliada com perigos de erosão costeira, causando desmoronamentos de alguns trechos da via urbana. Destaca-se também a falta de acessibilidade nas ruas e avenidas.

• Escassez de rotas de ciclistas

A ciclovia existe apenas na orla da praia do Massaguaçu, com aproximadamente 3,5 km de extensão, implantada junto à rodovia Rio-Santos e à passarela de pedestre. Devido às ocorrências de erosão na praia, a infraestrutura sofre desmoronamento.

• Áreas de lazer e abrigos insuficientes

O setor norte de Caraguatatuba já é fortemente procurado pelos turistas, porém a infraestrutura urbana instalada é insuficiente para os moradores. O local apresenta potencial de desenvolvimento econômico-social, podendo ser fonte de investimento em áreas de lazer e bem-estar social a fim de melhorar a qualidade de vida dos frequentadores. Apesar da região ser atendida pelas rotas de veículos públicos, a maioria dos pontos de ônibus não possui cobertura, sendo apenas verificados com a placa de sinalização, diante do território de clima chuvoso.

c) *Opportunities* – Oportunidades

• Plano de Ação 2020-2023 do Plano de Bacias Hidrográficas - CBH-LN 2020

Algumas propostas podem ser elencadas: Iniciativas do CBH-LN em auxiliar plano de gestão integrada das bacias com qualidade hídrica críticas, envolvendo os órgãos responsáveis e o financiamento pelo FEHIDRO; Monitoramento de eventos hidrológicos extremos com instalação de rede pluviométrica e fluviométrica na UGRHI 3, priorizando as bacias mais sujeitas a problemas de inundações e prevenção de riscos e desastres; Engajamento para criar uma rede colaborativa entre escolas, governos e comunidade; e Incentivos de serviços e obras hidráulicas para redução de inundações e alagamentos inseridos nos Planos de Macrodrenagem (CBH-LN, 2020).

• Desenvolvimento sustentável

A disponibilidade dos recursos naturais possibilita a implantação de infraestruturas urbanas de baixo impacto ambiental como recursos de captação e reutilização da água da chuva, uso de sistema enérgico solar, restauração de áreas de preservação permanente, aumento de áreas permeáveis e agroflorestas.

• Crescimento econômico-social

A riqueza natural do Litoral Norte de São Paulo tem atraído mais moradores a procura de qualidade de vida, buscando viver próximo à natureza. A ampliação da Rodovia Nova Tamoios favorece os investimentos no turismo, lazer, esportes e em acessibilidade.

d) *Threaths* – Ameaças

• Qualidade da água

A Lagoa Azul, foz do Rio Capricórnio, receptora das águas do Rio das Pacas, é classificada como “ruim” desde 2012, avaliada com os piores índices

de qualidade da água (IQA) da UGRHI 03, é considerada como área prioritária de recuperação ambiental junto a bacia do Rio Acaraú (Ubatuba) e a bacia do Rio Quilombo (Ilhabela). A principal causa de poluição das águas é o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento nos corpos d ‘águas, consequência da urbanização desordenada dos assentamentos informais (CBH-LN, 2020).

• Alagamentos

A geomorfologia do território favorece a ocorrência de eventos hidrológicos extremos, os alagamentos são aguçados pelas falhas no sistema de drenagem e ocupação do solo sem planejamento (CBH-LN, 2020).

• Erosões costeiras

A praia Massaguaçu é classificada com índice muito alto de risco à erosão costeira. As ocorrências de erosão costeira devem-se por características físicas ambientais como ao uso e ocupação do solo e ações antrópicas. As comunidades com registros alto e muito alto são consideradas vulneráveis. As ações imediatas para reduzir os riscos relacionam-se à remoção ou realocação de obras de engenharia para recuperação do sistema praial (SOUZA, 2009).

• Verticalização na orla marítima

O crescimento populacional acelerado acarreta no uso e ocupação do solo desordenado, gerando impactos e prejuízos. Ainda há necessidade de um planejamento urbano mais efetivo, que priorize uma relação mais equilibrada entre a preservação ambiental e as necessidades humanas. A especulação imobiliária movimenta as discussões de mudanças de zoneamentos e ocupações nas áreas de preservação ambiental.

Análise ambiental e de risco de desastre

Como parte do diagnóstico qualitativo, a avaliação ambiental e de risco de desastre foi feita através da matriz de análise PEIR, com apenas alguns indicadores selecionados para análise colaborativa, assim como os conceitos e indicadores de riscos de desastres apresentados por Wisner (2016).

Os perigos climatológicos, como tempestades oceânicas, provocam alagamentos e inundações em toda a planície costeira, mas principalmente nas proximidades dos rios e canais de drenagem que, por ausência de declividade da superfície topográfica dessa região, drenam a água lentamente. A ocupação nas Áreas de Preservação Permanente (APP) agravam os perigos e riscos.

Para tanto, devemos procurar a raiz do problema, que pode ser observada a partir das estruturas sociais e econômicas que promoveram as ocupações da planície costeira e também as ocupações das áreas de riscos através das pressões dinâmicas sobre o território. Nesse sentido procuramos encontrar os elementos da construção social do risco de desastre através dos indicadores a seguir:

• Pressão

As pressões dinâmicas de crescimento demográfico promovido a partir da década de 1970 com a ligação dos caminhos entre as cidades de Caraguatatuba e Ubatuba na direção norte, e na direção Sul com São Sebastião e, também, pela crescente demanda de imóveis de veraneio provocada pelos turistas oriundos do Vale do Paraíba Paulista, promovida pela reconstrução da Rodovia dos Tamoios depois do desastre de 1967 (CAMPOS, 2000).

A urbanização rápida no núcleo histórico e a oferta de novos loteamentos transforma a pequena cidade de caiçaras em uma cidade turística, que passa a contar com as dinâmicas de crescimento econômico durante as temporadas de calor. No entanto, nos meses fora de temporada as principais atividades econômicas são principalmente a pesca e atividades de trabalho temporário e mão de obra para a construção de novas habitações.

As deficiências de infraestrutura e o crescimento econômico intermitente não ofereceu ao caiçara condições melhores e o crescimento populacional muito rápido identificado pelo IBGE na década de 1970, o que demonstra a ocupação de regiões mais distantes da praia e mais próxima dos rios e encostas.

Dessa maneira, as pressões diretas de consumo de água, energia e esgotamento sanitário onde os loteamentos não ofereciam infraestrutura mínima como ruas pavimentadas, iluminação pública e drenagem urbana aumentou a pressão ambiental.

Com o passar dos anos a ocupação territorial avançou em direção à Serra do Mar, cedendo à pressão da especulação imobiliária para a construção de edifícios de muitos pavimentos na frente da praia.

• Estado

A fragilidade percebida pela ausência de infraestrutura urbana nas áreas de perigo e riscos de desastres desconfigura o meio ambiente construído.

O avanço das construções em loteamentos irregulares somados à falta de infraestrutura urbana expõe as edificações frágeis construídas às pressas aos riscos de desastres, desestabilizando o solo onde são construídas e lançando diretamente ao solo o lixo doméstico e esgoto sanitário, poluindo também as águas.

• Impacto

A falta de percepção dos riscos de desastres e, muitas vezes, a falta de opção de habitação corroboram com os avanços das ocupações, aproximam cada vez mais as edificações aos corpos hídricos, interferindo diretamente no ecossistema. A falta de saneamento básico impacta diretamente na saúde humana.

As terras próximas aos cursos d' água, à vegetação da Mata Atlântica e com vistas para o mar são alvos de interesses financeiros, isso estimula o debate para a mudança de zoneamento e redução da Faixa de Proteção Ambiental.

• Resposta

As obras de reurbanização da orla da praia do Massaguaçu tiveram início em 2015, mesmo sem a emissão da licença ambiental, a partir daí, a cada ano o lugar passa por consecutivas reformas. Em alguns momentos, a ressaca do mar destruiu as intervenções de engenharia antes da conclusão do projeto. Em 2017, o deck de madeira implantado na orla teve 300 metros da estrutura interditada ao público, devido ao desmoronamento no período de intensa ressaca. Em 2018, a Prefeitura Municipal de Caraguatatuba investiu 700 mil reais para recuperação da estrutura, incluindo a reformulação do projeto de reurbanização, remoção da estrutura de madeira e construção de uma barragem de pedras e bolsas de concreto e areia. Em 2020, o Departamento de Estradas e Rodagem (DER) deu início às obras de contenção à erosão no km 59,9 da praia do Massaguaçu. Em 2021, o DER investiu mais 9 milhões nas obras para conter as erosões marítimas na Rodovia Rio-Santos.

Considerações finais

As experiências das atividades desenvolvidas do Projeto de Extensão "Rios Urbanos: Rio Massaguaçu é preciso preservar", em todas as suas etapas somou as pesquisas que envolveram o método trabalhado nas outras bacias hidrográficas de Caraguatatuba, no Estado de São Paulo, produziu palestras com os agentes públicos das Secretarias Municipais e do Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN), os seminários dos alunos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, a coleta de dados participativa e colaborativa através das oficinas na Escola Estadual e a coleta de dados por aplicativo.

Trinta e um (31) alunos de graduação se inscreveram no projeto de extensão e participaram de todas as etapas. As oficinas na Escola Estadual foram aplicadas para quatro turmas de Ensino Médio com aproximadamente trinta e cinco (35) alunos. Dessa maneira, o alcance do projeto de extensão é satisfatório por levar os conceitos de percepção do risco e desastre e assim formar multiplicadores.

O estudo da Bacia Hidrográfica Massaguaçu é a iniciativa de realizar o diagnóstico do território de forma colaborativa e participativa, relacionar as

características ambientais, para preservação e restauração da fauna e da flora nativa, com as necessidades dos seres humanos, como moradia, saneamento básico, alimentação, acesso à saúde, educação, trabalho, transporte entre outros.

A praia de Massaguaçu é abundante em recursos naturais, principalmente o hídrico, ao mesmo tempo em que é uma região de investimentos econômicos, nos setores imobiliário e turístico. O crescimento populacional impulsiona a urbanização, nesse sentido, a implantação por medidas de políticas públicas integradas garante o desenvolvimento mais sustentável e inclusivo, reduz as ameaças e aumenta a qualidade de vida da população.

Como estamos vendo as nossas cidades? No recorte metodológico proposto, diversos grupos sociais relacionados à Bacia Hidrográfica Massaguaçu aumentaram sua consciência sobre os riscos que enfrentam, áreas atingidas por alagamentos, erosão costeira impactando a mobilidade urbana e o meio ambiente, desmatamento da vegetação nativa e poluição da água e do solo, assim como sentem-se privilegiados pelas riquezas naturais do lugar onde vivem. Atualmente, as ações que amplificam as vozes das comunidades vêm se tornando uma realidade no Litoral Norte de São Paulo, mas ainda é um caminho longo a ser traçado com engajamento comunitário, oficinas de formação, comunicação e sustentabilidade.

Referências

ANDRADE, E. D. V.; CARNEIRO, A. F. T. A elaboração de documentos cartográficos sob a ótica do mapeamento participativo. **Bol. Ciência. Geod**., sec. Artigos, Curitiba, 2009, v. 15, no 3, p.410-427, jul-set.

ARAÚJO, F. E.; ANJOS, R. S.; ROCHA-FILHO, G. B. Mapeamento Participativo: Conceitos, Métodos E Aplicações. **Boletim de Geografia**, v. 35, n. 2, p. 128-140, 1 dez. 2017.

BOGO, Rodrigo Sartori. Plano Diretor Participativo, território e inundações em Rio do Sul/SC. **Caderno Metrópole**, v. 22, n. 48, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4810>.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016].26 de mar. de 2021

BRUNHES, J. **La Géographie Humaine**. 3a. ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1956.

CARPI JUNIOR, Salvador; DAGNINO, Ricardo de Sampaio. Experiência de aplicação do mapeamento ambiental participativo (MAP) na formção e aperfeiçoamento profissional. In: SOUTO, RAQUEL DEZIDÉRIO; MENEZES, PAULO M. L. de; FERNANDES, MANOEL do C.. (Org.). **Mapeamento**

participativo e Cartografia Social: aspectos conceituais e experiências de pesquisa. 1ed. Rio de Janeiro: Edição da autora (Raquel Dezidério Souto), 2021, v. 1, p. 170-192.

CAMPOS, J.F. SANTO ANTÔNIO DE CARAGUATATUBA: **Memória e Tradições de um Povo** / Organização de Jurandyr Ferraz de Campos – Caraguatatuba: FUNDACC, 2000. 468p.

CBH-LN. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Litoral Norte**. Ano 2020 - Dados 2019. Ubatuba, 2020.

FREITAS, Fabiana Peres de; FARIAS, Heitor Soares de; Mapeamento participativo para identificação das áreas sob ameaça de inundação no bairro Parque Mambucaba, Angra dos Reis/RJ. **Continentes** – Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geociências, v. 8, n. 15, 2019.

Kummer, D. C., & Silveira, R. L. L. da. (2016). A importância da Matriz SWOT (FOFA) no contexto dos planos estratégicos de desenvolvimento do Rio Grande do Sul. **Revista Jovens Pesquisadores**, 6(1). Disponível em: <https://doi.org/10.17058/rjp.v6i1.7250>.

LYNCH, Kevin. **1960** – A imagem da Cidade / Kevin Lynch; tradução Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MACHADO, Adriana Alexandria; CAMBOIM, Silvana Philippi. Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano: desafios e potencialidades. **Urbe** - Revista Brasileira de Gestão Urbana, [S.L.], v. 11, p. 1-21, 1 fev. 2019. FapUNIFESP (SciELO). Dispnível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180142>.

Mapeamento participativo e cartografia social [livro eletrônico]: aspectos conceituais e trajetórias de pesquisa / Raquel Dezidério Souto, Paulo Márcio Leal de Menezes, Manoel do Couto Fernandes, organizadores. Rio de Janeiro, RJ : Raquel Dezidério Souto, 2012. PDF. ISBN 978-65-00-35645-8.

MARCHEZINI, Victor; WISNER, Ben. **Challenges for vulnerability reduction in Brazil**: Insights from the PAR framework. v. 1, n. October, p. 57–96, 2017.

OLIVER-SMITH, A. I. ALCÁNTARA-AYALA, I. BURTON AND A. M. LAVELL (2016). **Forensic Investigations of Disasters (FORIN)**: a conceptual framework and guide to research (IRDR FORIN Publication No.2). Beijing: Integrated Research on Disaster Risk. 56 pp.

OLIVER-SMITH, A., ALCÁNTARA-AYALA.I., BURTON. I., LAVELL A., **Reduction of vulnerability to disasters**: from knowledge to action. RiMa Editora, 2017. Capítulo 2, A construção social do risco de desastres: em busca das causas básicas.

PNUMA. **Metodologia para Elaboração de Relatório Geo Cidades**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Escritório Regional para a América

Latina e o Caribe. 2004. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Consórcio Parceria 21.

ROSSI, Aldo. **A arquitetura da cidade**/ Aldo Rossi; tradução Eduardo Brandão. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

SANTOS, T. C. C., & CÂMARA, J. B. D. (2002). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA GEO BRASIL 2002 **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. 447.

SOUZA, CÉLIA REGINA DE GOUVEIA. A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco. In: Bononi, V.L.R., Santos Junior, N.A. (Org.), **Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente**: A Síntese de Um Ano de Conhecimento Acumulado, p.48-69, Instituto de Botânica – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. (ISBN 978-85- 7523-025-1).

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022**: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future. Geneva. Disponível em: . Acesso em: 15 jun 2022.

WISNER, BEN; BLAIKIE, PIERS; CANNON, TERRY; DAVIS, I. **At Risk Natural hazards, people's vulnerability and disasters**. 2a. ed. London and New York: [s.n.].

WISNER, BENJAMIN. **Vulnerability as Concept, Model, Metric, and Tool**. Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science. 2016.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

HYDROLOGICAL FORECASTING WITH HEC-RTS: CASE STUDY OF BOI RIVER TRAIL, SOUTHERN BRAZIL

PREVISÃO HIDROLÓGICA COM HEC-RTS: ESTUDO DE CASO DA TRILHA DO RIO BOI, SUL DO BRASIL

Marina Refatti Fagundes[1]
Masato Kobiyama[2]
Fernando Mainardi Fan[3]
Calvin Creech[4]
Franciele Maria Vanelli[5]

Introduction

Floods are extreme hydrological events, and worldwide they are associated with the most common type of disaster, accounting for 44% of total disasters that occurred in the world between 2000 and 2019 (UNDRR; CRED, 2020). According to the disasters global database Emergency Disasters Database (EM-DAT) (https://public.emdat.be/), 72 floods and 2482 deaths were recorded in Brazil between 2000 and 2019 (EM-DAT, 2022). Hence, national and local disaster risk reduction strategies must be urgently aligned with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction, whose main goals are the substantial reduction of mortality, affected people, and losses and damages related to disasters by 2030 (UNDRR, 2015).

Overall, interactions between natural hazards and socio-technological vulnerabilities result in negative impacts much more in urban areas than in rural areas. This fact can be attributed to the developed areas, which increase population density, often, in high hazard areas. Hence, the population density in urban areas is bigger than in rural areas, raising the level of disaster risk because more people are exposed to the potential hazards. However, losses and damages due to interactions between humans and water systems also occur in rural areas and environmentally-preserved places where visitors (tourists) stay.

1 PhD student, CNPq scholarship student, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3554-4342. E-mail: marinarf95@hotmail.com.br.
2 Professor, CNPq scholarship researcher, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0615-9867. E-mail: masato.kobiyama@ufrgs.br.
3 Professor, CNPq scholarship researcher, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0371-7851. E-mail: fernando.fan@ufrgs.br.
4 Lead Interdisciplinary Engineer, US Army Corps of Engineers (USACE). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3845-9661. E-mail: calvin.t.creech@usace.army.mil.
5 PhD student, CNPq scholarship student, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8763-5786. E-mail: francielevanelli@gmail.com.

Acknowledgments: The authors thank to CAPES and CNPq for financial suppors, to Grupo de Pesquisas em Desastres Naturais (GPDEN/IPH/UFRGS) for underpinning the research, and to ICMBIO staff for supporting the execution of field monitoring.

The Brazilian biogeodiversity is attractive for the ecotourism which has been increasing particularly in many developing countries since the 1990s. In Brazil, more than 15 million tourists visited 137 environmentally protected areas in 2019, an increase of 20.4% compared to 2018, being 6.4% due to the real increase in visits and 14% due to the improvement in the monitoring effort (ICMBIO, 2020). Despite the well-being and other benefits for the tourists promoted by proximity with nature, more people are exposed to potential hazards. For instance, while hiking, tourists who need to cross a river can be surprised by the high velocities in the water flow. Focusing on hydrological hazards, people under hydraulic conditions of water depth, flow velocities, or the combination of both can suffer from partial or complete loss of balance and stability and, consequently, will be swept away by the runoff force (STEPHENSON, 2002; MARTÍNEZ-GOMARÍZ et al., 2016; MONTEIRO et al., 2021).

In disaster risk management, structural and non-structural measures can be used for reducing negative impacts due to floods. Structural measures are any physical infrastructure or application of engineering techniques, while non-structural measures involve knowledge, practice, or agreement to reduce risks and impacts, in particular through policies and laws, public awareness-raising, training, and education (UNDRR, 2009). An example of a non-structural measure is the early warning system, which aims to generate and disseminate meaningful warning information to enable the population threatened by a hazard to prepare and to act appropriately and in time to reduce the possibility of harm or loss (UNDRR, 2009). To perform this measure, hydrological forecasting is a relevant technique for translating meteorological observations and forecasts into estimates of river flows (SENE, 2010). Hence, hydrological forecasting inserted into an early warning system can be used for reducing hydrological risks in any social activities including ecotourism practices.

Concerning the Sendai Framework goals, the increase of ecotourism practice, and the hydrological hazards in protected areas, it is very important to discuss strategies for reducing risks in natural places, especially in rivers. With this in mind, in this study, our main objective was to propose a hydrological forecasting system for a river in a natural place, where visitors need to cross a river. First, we present general concepts about hydrological forecasting by responding to the following questions: "*What is it?*", "*Why is its application useful?*", "*How is it done?*", and "*What tools can we use to do it?*". Next, we describe relevant software that can be used for supporting hydrological forecasting. And, finally, we demonstrate one case study in the Boi River Trail, which is one of the most famous ecotourism points in Brazil, where various harms to tourists due to extreme hydrological events have been frequently reported. This case study confirms the importance of risk management related to ecotourism.

Hydrological forecast – Concepts

What is hydrological forecasting?

Hydrological forecasting can be defined as a technique capable of providing information on the water level or discharge that will pass at a certain point in a watercourse with a certain advance in time (TUCCI; COLLISCHONN, 2003; FAN *et al.,* 2016). Hydrological forecasting can be performed to predict future discharge characteristics not only of rivers, but also of lakes, reservoirs, and other waterbodies (BORSCH *et al.,* 2018).

In other words, based on a given rainfall event that occurrs in a watershed, the hydrological forecasting aims to estimate what will be the variation in discharge or water level at a given point in a watercourse and how long it will take for a floodwave to reach a certain location. Furthermore, the forecast results are not necessarily unique, i.e., forecasts based on different methods or different input data will result in discharges with different magnitudes. In the present study, we focus on the hydrological forecast of floods. However, forecasts can be applied also for other purposes such as forecasting droughts or soil moisture. Figure 1 presents the hydrological forecast scheme. A society often needs to know the future discharges at a certain point along a river. This need is very similar to that of weather forecasting.

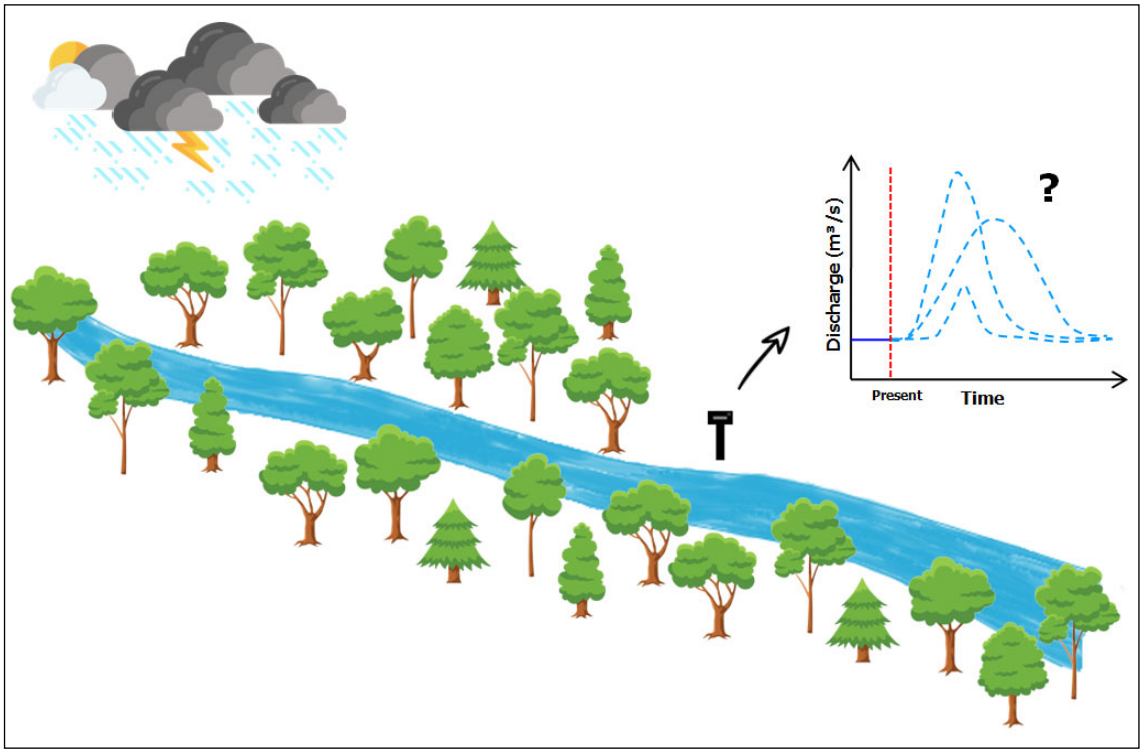


Figure 1. Representative scheme of hydrological forecasting.

In terms of time interval, forecasts can be classified into five categories: i) very short term (or nowcasting - advance of up to 6 hours); ii) short term (up to 3 days); iii) medium term (up to 10 days); iv) sub-seasonal (up to 45 days); and v) long term (from 2 to 6 months) (COLLISCHONN et al., 2005; MELLER, 2012). The longer this inerval, the greater are the uncertainties of the obtained results.

The hydrometeorological data required to develop a forecast includes real-time river conditions, precipitation data, and meteorological forecasts. A flood early warning system could incorporate all or some of these data in order to increase warning time to the potentially impacted populations. The type of data used (hydrologic, precipitation, or forecasts) will impact this lead time available for the warning. However, the type of data will also impact the uncertainty of the warning. As shown in Figure 2, the longer the lead time provided, the higher the uncertainty of the warning to produce false positives (unnecessary evacuations or closures of facilities, for example). Therefore, no one system will be appropriate for all situations, and this is an important reason to develop a planning study associated with a proposed flood early warning system.

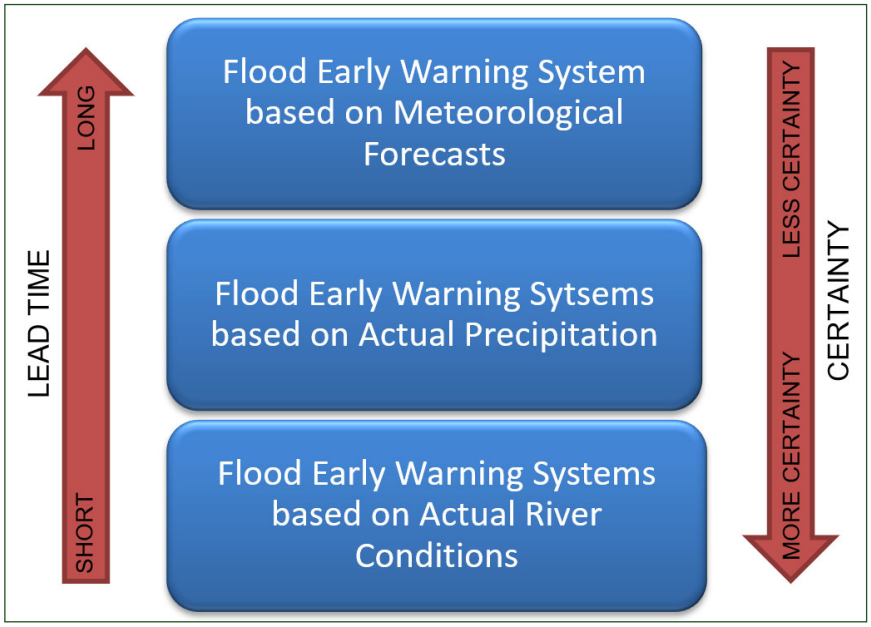


Figure 2. Inverse Relationship between Lead Time and Certainty for Various Types of Flood Early Warning Systems.

Why is its application useful?

The results obtained from the hydrological forecasts can have diverse applications. In general, most of the forecasting systems in operation are intended to support river-reservoir system management where reservoirs serve for hydroelectric generation and/or drinking-water supply. Furthermore, such forecasts are a basis for flood alert emissions in urban areas (FAN et al., 2015).

Specifically in case of their application to the warning systems development, hydrological forecasts can be considered very important to support the water resources management and to assist in decision-making by public managers, because they allow monitoring hydrological events and estimating their magnitude in order to anticipate possible consequences (FAN, 2015; WANDERS et al*.,* 2019).

In Brazil, the use of hydrological forecasting systems to control and minimize the floods' consequences is mainly done through the Critical Events Alert System (SACE), which is maintained by the Geological Survey of Brazil (CPRM). Currently, the SACE has operational monitoring systems for 16 Brazilian watersheds with drainage areas ranging from 4,100 km² to 2,100,000 km² and is in the implementation phase for the São Francisco River watershed (CPRM, 2022). In this sense, it is worth noting that most of all the warning systems that are currently in operation are for controlling and mitigating the floods impacts in large watersheds. Outside Brazil, many of the operating systems that stand out are also applied on a national or continental scale, such as the Hydrological Forecasting System (HyFS) in Australia and the European Flood Alert System (EFAS).

For small watersheds whose area is less than 100 km² (SILVEIRA; TUCCI, 1998), a few forecasting systems are in operation, and the development research related to these systems for small watersheds is also more scarce in Brazil as well as the rest of the world. According to Gaborit et al. (2014) and Burkard et al. (2018), the implementation and operation of forecasting systems in small watersheds are hampered mainly due to the large uncertainties in the predicted rainfall data. Furthermore, the small watersheds respond very quickly to intense rainfall events are are more susceptable to smaller cells of convective storms, which are more difficult to predict. This makes forecasting the hydrology in smaller basins more complex and complicated.

In Brazil, the forecast in small watersheds is still more difficult due to the fact that the hydrometeorological monitoring system is carried out typically for larger watersheds, which often makes it impractical to obtain data for the small-scale simulations. Hence, not only in Brazil but also in the rest of the world, flood forecasting systems applied to small watersheds are scarcer than for large and medium-sized basins (FREUDENTHALER; STUMPTNER, 2015).

In addition, the application of forecasting and warning systems for floods management is done normally in urban areas, while similar applications are very scarce in rural areas or natural environments. With the growing demand for ecotourism activities in recent years, especially trails or other activities close to water courses (MAZZALI et al., 2021), the number of occurrences of emergency situations due to drowning with rapid changes in water discharge has been increasing. Therefore, the development of hydrological forecasting systems in these places should be considered as an important tool for the disaster risk managers.

How is hydrological forecasting done?

The development of a hydrological forecasting system to determine the future discharge or water level in a rivers is an important challenge. Difficulties in developing an effective forecasting system is due to the fact that the phenomena that govern the hydrometeorological dynamics possess chaotic, non-linear and complex natures (YASSEN et al*.,* 2016).

In general, as fundamental input data for carrying out a hydrological forecast, we use historical records of rainfall, measured data of discharge and water level as well as information on the physical characteristics of the analyzed watershed. Based on these data, discharge within this watershed can be estimated in response to a given rainfall event.

According to Tucci (1998), the main techniques used to perform short-term discharge forecasting can be summarized in the following categories: i) forecasting based on information on the water level or discharge of the river upstream; ii) forecasting from rainfall estimations with radar and/or telemetric networks of rainfall gauges integrated into a rainfall-discharge model; and iii) meteorological (rainfall) forecasting coupled to a rainfall-discharge model.

Depending on the objectives to be achieved, the watershed size, the required antecedent time and the available hydrometeorological information, the forecasting can be performed by using one of the above-mentioned methods (FAN, 2015; SIQUEIRA et al., 2016). Some of them are simpler, based only on water level or discharge data obtained at an upstream point. In these methods, flow propagation theory allows determining the time necessary for a flood wave to travel downstream to a point of interest. This approach provides more certainty in the forecast predictions, but will provide less lead time in the forecast. On the other hand, there are more complex approaches in which a hydrological model is coupled to a hydrodynamic model to make predictions. Each method has its advantages, limitations and associated uncertainties (BARTHOLMES; TODINI, 2005).

Here, it is important to comment that, among the above-mentioned techniques, the simplest ones using less input data are capable to provide forecasting with shorter antecedent time. In the case that more data like forecasted rainfall estimates is entered as input data, longer forecast horizons would be obtained. However, this type of situation usually increases the uncertainties associated with the obtained results.

Furthermore it should be highlighted that currently many hydrological forecasting systems use as input data the ensemble rainfall estimates. Deterministic forecasting normally uses only a set of input data from meteorological models, and generates a single trajectory for future discharge values at a certain point in a river. While, probabilistic forecasting, which is based on ensemble rainfall estimates,

uses not only an initial condition as input data of meteorological models, but also several slightly-disturbed initial conditions and/or different meteorological models that allow portraying the possible scenarios of occurrence of a given event. Thus, the uncertainties associated with the generated results are taken into account and a probability of occurrence of a given event is considered.

What tools are used for hydrological forecasting?

When a user obtains the input data and defines one technique for hydrological forecasting, a series of calculations must be performed in order to determine the discharge and/or the water level that will pass at a certain point along a river at a specific time. In this context, there are several computational models and tools that support the development of hydrological forecasting systems. Among them, there are the MGB (Large Basin Model), the Tank Model, the LISFLOOD, the TOPMODEL (Topography based hydrological model), the HEC-RTS (Hydrologic Engineering Center - Real Time Simulation), among others.

We focus here on the analysis of the HEC-RTS (USACE-HEC, 2020), which is a program that was developed by the United States Army Corps of Engineers (USACE). In this chapter, we adopted this model aiming to develop a forecasting system of a basin with ecoturism activities.

Hydrologic Engineering Center - Real Time Simulation (HEC-RTS)

Before presenting the functionalities of HEC-RTS in more detail, we briefly present a history of USACE, which is the entity responsible for this software development. We present other softwares that are applied together with the HEC-RTS to carry out hydrological forecasting and also ones related to water resources management and consequently disaster risk management.

Brief history of USACE

The USACE history began in 1775 when the US Predident George Washington appointed the Army's first engineering officers. These engineers served in combat in all subsequent American wars. However, it was only in 1802 that the US Army created a separate and permanent Corps of Engineers. Since then, USACE has contributed to both military construction and civil works, playing a key role in the country's development. Among the works carried out throughout the 19th century, the construction of coastal fortifications, jetties and navigation channels can be highlighted.

After the occurrence of a sequence of floods between 1912 and 1927 in the lower Mississippi River Watershed, which resulted in several deaths and much destruction, a Flood Control Act was drafted in 1928, and its implementation was brought under control of USACE. An update of this law in 1936 made flood control an activity of the federal government.

Thus, in the 20th century, USACE became the main federal flood control agency in the United States. As a result, its role in responding to natural disasters has also grown significantly. It is worth noting that USACE assists in the management not only of flood-related disasters but also of disasters such as earthquakes and volcanic eruptions. However, here, we are going to focus on the management of disasters related to water resources.

Although USACE is in principle an engineering and construction organization, it has been historically committed to conducting research and development. This is extremely important, because water resources management requires continual improvement of knowledge and investment in new technologies.

In this regard, the US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources – Hydrological Engineering Center (CEIWR-HEC) was formed in 1964 to institutionalize technical knowledge related to water resources management. This center emerged from the need to perpetuate the knowledge of USACE engineers that was acquired over several years of work. Since many engineers were about to reach retirement age, there was concern that their experience would be lost and recovery would be difficult.

Thus, over the years CEIWR-HEC has organized and conducted training courses and initiated the development of the CEIWR-HEC water resources management software family. The first software packages developed by them were HEC-1 (watershed hydrology), HEC-2 (river hydraulics), HEC-5 (reservoir analysis for conservation) and HEC-4 (stochastic streamflow generation program).

Currently, this software family consists of more than twenty programs, some of which are known worldwide and are available for free download. Among the most popularly-used ones, the HEC-HMS (originally HEC-1), the HEC-RAS (originally HEC-2) and the HEC-ResSim (originally HEC-5) can be mentioned. In addition, the USACE has operationally applied some of these softwares, such as the Corps Water Management System (CWMS), which is a real-time hydrological forecasting system that supports decision-making and is used 24 hours a day, 7 days a week, to exercise water resources management and hydrological disaster prevention in the United States.

Principal softwares developed by USACE

As mentioned above, USACE has developed a series of software that can be used to assist in water resources management. Table 1 demonstrates the software developed by this institution and a brief description of each one.

Table 1. Software useful for water resources management, developed by USACE.

Acronym	Name	Description
CWMS	Corps Water Management System	It is a USACE exclusive hydrological forecasting system. It allows the management and processing of hydrometeorological data, providing as a response information related to the various characteristics of the flow. In this way, it assists in real-time decision making by water managers.
HEC-DSS	Data Storage System	It is a software designed to serve as a database to store and organize input and output data from other CEIWR-HEC software.
HEC-EFM	Ecosystem Functions Model	It assists in determining ecosystem responses to changes in the flow regime of a river or connected wetland.
HEC-GridUtil	Grid Utility Program	It is designed to visualize, process and analyze grid format data that is stored in HEC-DSS format.
HEC-FDA	Flood Damage Reduction Analysis	It performs integrated hydrological analysis and economic analysis. In addition, it assists in the use of risk analysis procedures to formulate and evaluate flood risk management measures.
HEC-FIA	Flood Impact Analysis	It helps to identify the consequences of flood events, in terms of economic (structures), agricultural and life losses.
HEC-HMS	Hydrologic Modeling System	It is a hydrological model designed to simulate the transformation processes of rain into flow for dendritic watersheds.
HEC-MetVue	Meteorological Visualization Utility Engine	Developed for the purpose of visualizing and manipulating meteorological datasets and for performing a variety of calculations and analysis, including temporal and spatial aggregation of datasets.
HEC-RAS	River Analysis System	It is a hydrodynamic model that performs steady and unsteady flow simulations in 1D or 2D. In addition, it is capable of simulating sediment transport, temperature modeling and water quality analyses.
HEC-ResSim	Reservoir System Simulation	It simulates reservoir operations in order to reduce flooding, assist in urban supply management and as a support for real-time decision making.
HEC-RPT	Regime Prescription Tool	This software aims to improve communication in working groups, produces recommendations and disseminates them in real time and makes hydrological information more accessible to water managers.
HEC-RTS	Real Time Simulation	It is a hydrological forecasting system that allows the acquisition, visualization and processing of hydrometeorological data. It also discloses the results obtained so that they serve as support for decision-making in real time.
HEC-WAT	Watershed Analysis Tool	It is a model integration tool that allows multidisciplinary teams at USACE offices to conduct water resource studies.

In addition to the software mentioned in Table 1, there are also HEC-GeoEFM, HEC-GeoHMS and HEC-GeoRAS which are extensions of HEC-EFM, HEC-HMS and HEC-RAS, respectively. Those extensions are used within ArcMap, and serve to facilitate the processing of geospatial data that are used as input information in the application of the "base" software.

The descriptions of the software presented in Table 1 make it clear that their functionalities allow performing an integrated management of watersheds and water resources in general. In this sense, one of the great advantages of the software developed by USACE is that most of them are available for free download. In addition, the user manuals that accompany these programs are very didactic. In the case of the HEC-HMS and HEC-RAS which are used world-wide, there are several bibliographic materials that help in their application, even in non-English languages, for example, in Portuguese, Monteiro, Kobiyama and Zambrano (2015).

HEC-RTS

HEC-RTS is a relatively new software that was developed by USACE with the purpose of assisting in the management of water resources and facilitating real-time decision making (USACE-HEC, 2020). This software permits all the management of the data necessary for hydrological forecasting, from the acquisition and processing of input data to the dissemination of the obtained results for the population.

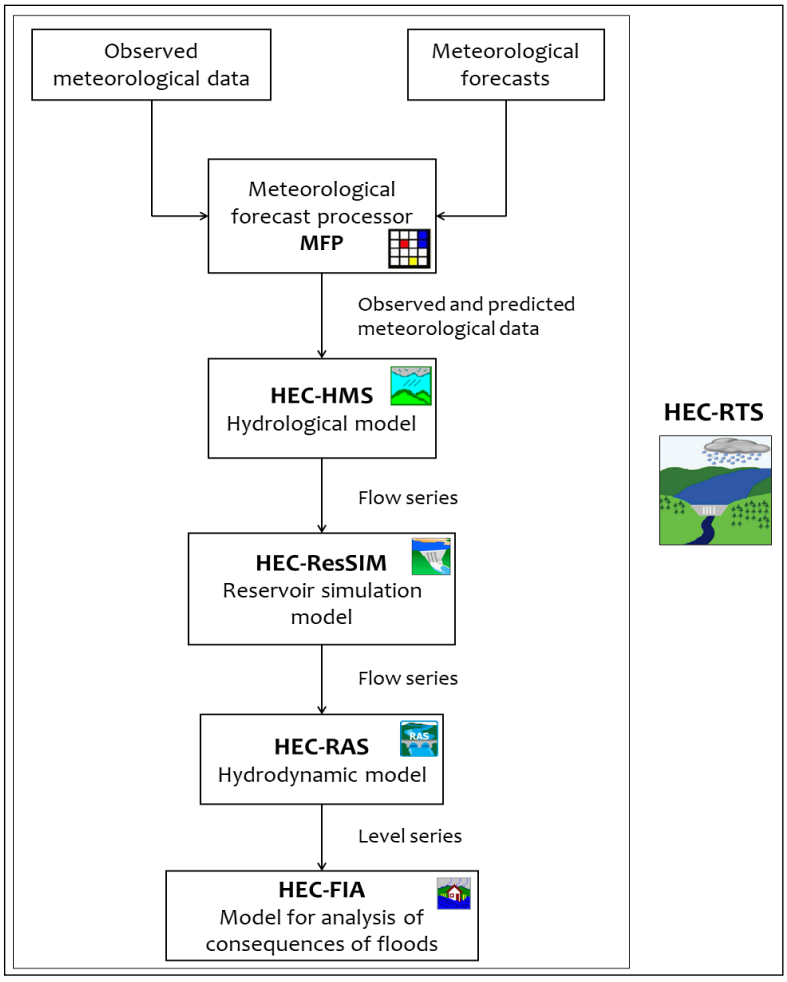
It is characterized by being the public version of another software for internal use by USACE, which is the Corps Water Management System (CWMS). The difference between CWMS and HEC-RTS is the operating system on which the program is based. While CWMS uses Oracle database, HEC-RTS uses Windows.

For the HEC-RTS application, it is necessary to use together other software that were developed by the USACE, among which include the Meteorological Forecast Processor (MFP), HEC-MetVue, HEC-HMS, HEC-ResSIM, HEC-RAS and HEC-FIA. As mentioned above, each of these programs can be operated separately. However, in HEC-RTS these softwares are combined to provide a comprehensive forecasting for a watershed, providing results ranging from data on discharge volumes to actions that can be taken to mitigate the impacts of events (CHARLEY, 2010). In this way, the role of HEC-RTS is to facilitate the exchange of data among these softwares so that the information flow is continuous and faster during forecasting process.

For example, if a user wants to estimate the extent of a flood event resulting from a forecasted rainfall, the HEC-HMS could first be used separately to analyze the maximum discharges. Afterwards, the output hydrographs could be entered as input data in the HEC-RAS to assess the areas flooded by this event. On the

other hand, in case of HEC-RTS, this process will be carried out more easily. A user just simply inserts the calibrated hydrological and hydrodynamic models into the HEC-RTS, and inserts the forecasted rainfall estimates, and then the exchange of information between the HEC-HMS and the HEC-RAS will take place automatically. This helps in the watershed management and facilitates decision making.

Figure 3 shows a flowchart of data exchanges carried out among the models within the HEC-RTS. In this flowchart, all the tools available for use are included. However, it is worth mentioning that, in order to use the HEC-RTS, there is no need to apply all these software to make a forecasting. The software that will be applied and the order in which they will be operated depend strongly upon the objectives and applications of the analysis being carried out (CHARLEY, 2010).



Source: Adapted from USACE-HEC (2020).

Figure 3. Functioning flowchartof a forecasting system in HEC-RTS. Note that all the software available for use is represented.

In this way, the information necessary to carry out the analyzes in the HEC-RTS are the input data for the execution of the other software (HEC-HMS, HEC-RAS, HEC-FIA, etc.) and comprise data related to the environmental conditions

at the site, such as air temperature, evaporation and rainfall rate, predicted rainfall data, topographic data, and information regarding the consequences of possibly-taken decisions (USACE-HEC, 2020).

In addition, for a better forecasting, it is also recommended to have rainfall and discharge data for a few days before the analysis period ("lookback period") in order to assess the condition of the watersheds at the beginning of the forecasting. Then, the predictions provide data as similar to reality as possible. The definition of the time required for the lookback period varies according to the physical characteristics of the watershed, such as its drainage area and the soil type.

Thus, we can make forecasts considering different scenarios for short and medium term periods of time (CHARLEY, 2010). The results obtained from the forecasts provide managers information regarding the probability of occurrence of certain discharge thresholds quickly. This is extremely important in the management of extreme hydrological events, because it allows estimating their magnitude in order to minimize negative impacts.

However, as it is a relatively new software, there are not many studies that used HEC-RTS as a basis for the development of forecasting systems at this moment. Nevertheless, it is very sure that in the coming years the number of applications with HEC-RTS will increase.

Application to ecotourism – case study with Boi River trail

Despite not being a common application, hydrological forecasting can be used for developing warning systems that aim to assist in the management of ecotourism activities that are carried out close to watercourses. Among the most commonly performed ecotourism activities, trails can be highlighted. In many cases with trails, it is necessary to cross the river bed to complete the path proposed by the walk. Then, a hydrological forecasting system helps to predict how the flow conditions of these watercourses will be. If water levels and velocities are considered high, it is possible to determine the closing of the trail on that day to garantee the safety of tourists and avoid accidents.

This section presents one case study of a hydrological forecasting system that was developed to manage an ecotourism activity. Here, the system developed for the Boi river trail is is based on the HEC-RTS software.

Boi river trail

The Boi river watershed is located along the borders between the states of Rio Grande do Sul (RS) and Santa Catarina (SC), more specifically in the

municipalities of Cambará do Sul (RS) and Praia Grande (SC). This watershed has an area of 112.87 km² and its main watercourses are the Perdizes stream, the Água Comprida stream, the Perdizes river, and the Boi river (Figure 4).

Because of an area presenting a unique landscape as well as a great diversity of fauna and flora, two Integral Protection Conservation Units were established in this location, namely, the Aparados da Serra National Park (PNAS) and the Serra Geral National Park (PNSG). These protected areas are widely known for their canyons, which are the largest in Latin America.

The topography of this watershed is characterized by an abrupt variation between the Campos de Cima da Serra plateau and the Coastal Plain. More specifically, the part of the watershed inserted onto the plateau, which belongs to RS, has a smooth to wavy relief with altitudes varying between 900 and 1200 meters. The valleys and steep hillslope formations, with altitudes between 100 and 1000 meters, belong to SC.

This big difference in relief directly influences the climate of the region, especially the annual rainfall and the mean annual temperature. In general, the RS part of the watershed has lower temperatures throughout the year (average of 15 ºC), and the highest rainfall (between 1700 and 2000 mm/year). The SC part of the watershed has average annual temperatures ranging between 18 and 20 ºC with rainfall of 1300 to 1500 mm/year (MMA, 2004). According to the Köppen climate classification, the climates of Praia Grande and of Cambará do Sul are Cfa and Cfb, respectively.

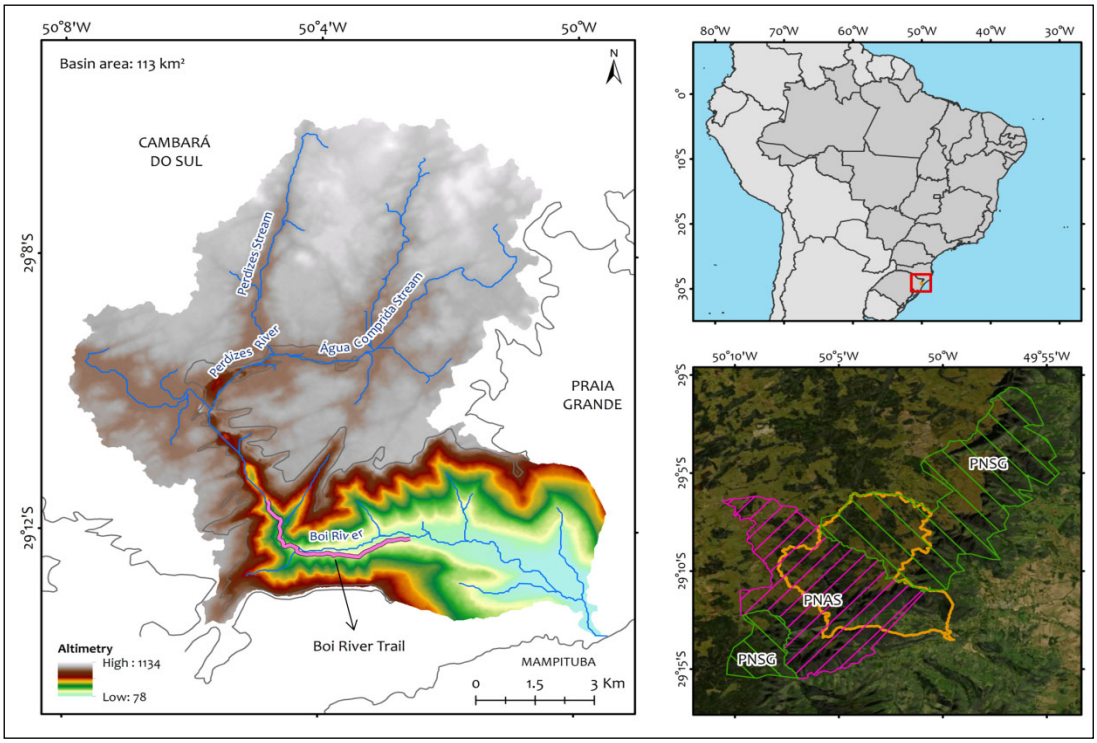
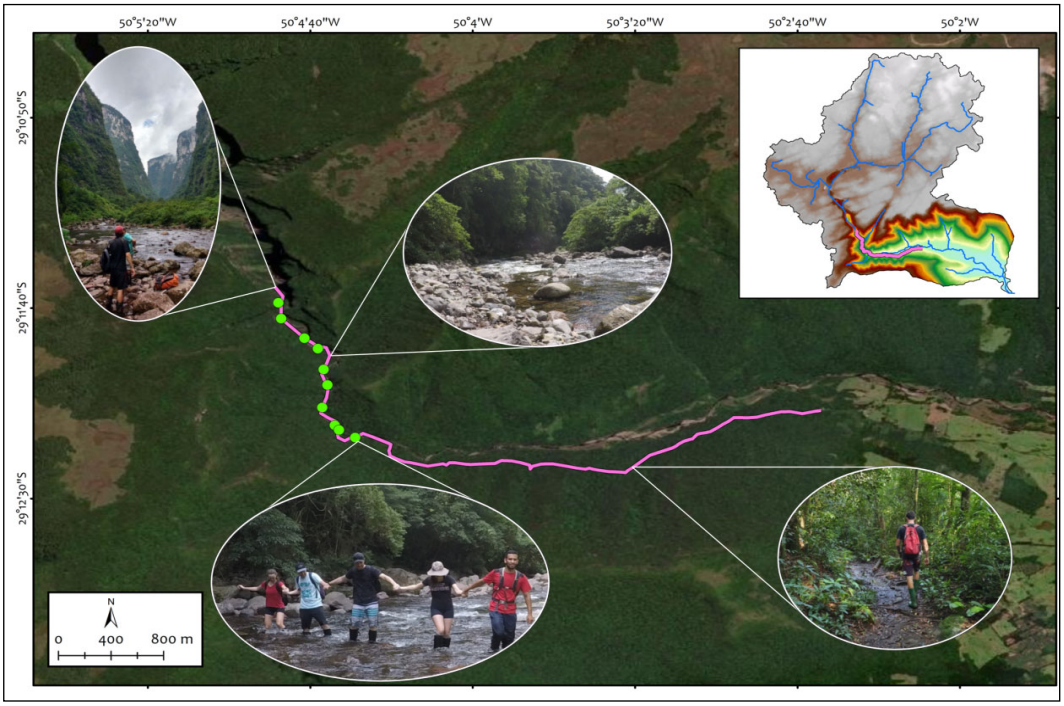


Figure 4. The Boi river watershed.

Every year, several people visit this region seeking to execute leisure and adventure activities in natural environments. Then, this place can be considered one of the most popular tourist spots in southern Brazil. Among the various existing tours, the Boi river trail stands out, which is carried out in the lower part of the Itaimbezinho canyon and is considered a trail with a high degree of difficulty in its execution (MAZZALI et al., 2021). The walk starts in the middle of the native forest (Atlantic Forest), but most of the path is made following the Boi riverbed, which automatically requires to cross it at some sections. For this reason, it is not always possible to carry out the trail, because depending on the water-flow conditions, mainly in terms of velocity and depth, people may not be able to cross the river. Figure 5 shows the path taken along the trail, the river crossing points, and some pictures of the place.



Source: ESRI Basemap (2022).

Figure 5. Overview of Boi river trail. The pink line shows the path taken during the Boi river trail and the green dots show the places where the riverbed is crossed during the walk.

To garantee the life secutiry of tourists who take this walk, the PNAS has adopted a criterion for closing the trail that is based on the water level of the Boi river and the Perdizes river which is its main tributary. Therefore, every day at 7 am, the PNAS rangers check the water level pointed on the linimetric rulers that are installed on these watercourses and, if the values are above a determined threshold, the trail is closed for visitation on that day.

However, when using this criterion, rainfall which is the main variable that can affect the variation of the velocity and depth of the Boi river is not considered.

In this way, when the water level of the Perdizes river and the Boi river are lower than the threshold ones established as the maximum for opening the trail, tourists will be able to participate in tours, even if it is raining in headwater regions. This critical situation can lead to the occurrence of emergency situations. For example, at the end of January 2021, six people were stranded at the middle of the path of the Boi river trail and had to stay overthere one night waiting for rescue. Fortunately, no one was injured at that occurrence (GLOBO, 2021).

In this context, one of the ways to improve the trail closure criterion would be through the insertion of rainfall data which are both observed and predicted, to try to predict how the Boi river level will change during the day. This can be done with the development of an operational hydrological forecasting system that can be easily applied by park managers.

Hydrological forecast system of the Boi river trail

From these considerations, a hydrological forecasting system was developed for the Boi river trail based on the HEC-RTS software version 3.2.1. For the application of this system, three other software developed by USACE were used together with the HEC-RTS, namely: i) MFP; ii) the HEC-HMS version 4.6.1 (USACE-HEC, 2016a); and iii) HEC-RAS version 5.0.7 (USACE-HEC, 2016b). A forecasting system scheme is shown in Figure 6.

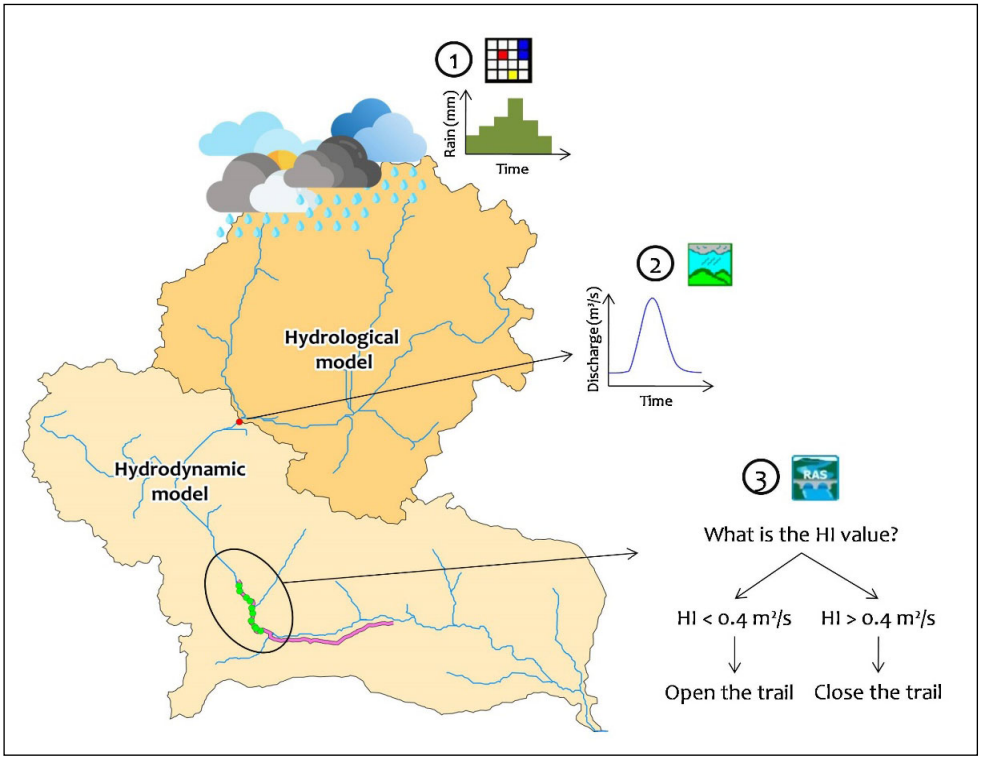


Figure 6. Boi river trail forecasting system. Note that HI means the hazard index.

The first step to carry out a forecast in the proposed system is the insertion of forecasted rainfall estimates in the MFP, which is the software responsible for manipulating the precipitation data. In this software, only the conversion of rainfall data is carried out to transform them into a format accepted by another software of the HEC family.

After entering the rainfall estimates into the MFP, these data are then used as input to the hydrological model in the HEC-HMS. In this case study, the HEC-HMS was applied to transform the forecasted rainfall data into the discharge for the area referring to the Perdizes river sub-watershed, i.e., they present the discharge that passes through the outlet of the Perdizes river sub-watershed, which is represented by the red dot in Figure 6.

The hydrographs obtained with the HEC-HMS application, referring to the outlet of the Perdizes river sub-watershed, are then inserted as input data in the hydrodynamic model HEC-RAS. This is done to propagate them to downstream points of interest, which are the points where tourists cross the riverbed during the trail. The flow propagation in HEC-RAS allows to obtain the arrival time of the flood wave at the places of interest, and also provides data regarding the velocity and depth of the flow at any desired point.

As the water-flow velocity and depth are considered by many authors as the variables that are most-strongly related to the loss of human stability when exposed to a water flow, the present study adopted the hazard index (HI) defined by Stephenson (2002) to determine the trail closures. The *HI* value can be obtained as the result of the product of velocity and depth of flow:

$$HI = h \cdot v \qquad (1)$$

where is the depth (m); and is the velocity (m/s).

In this way, the trail is considered closed by the forecast system when the *HI* value exceeds 0.4 m²/s at any point where tourists cross along the Boi river, represented by the green dots in Figure 6. This threshold adopted for the *HI* value is considered safe for children and conservative for adults and is used by the Australian Rainfall Runoff Guidelines (ARR) in its applications (COX et al., 2010). It is important to highlight that the *HI* values are evaluated by the system only for the opening hours of the trail, i.e., for the period from 7 am (the time when the rangers check the level of the Boi river in the morning) to 6 pm (the time when the trail is closed, considering a safety margin of 1 h in its opening hours).

In this case study, in order to test the applicability and efficiency of the system in correctly predicting the days when the Boi river trail should be closed, historical estimates of predicted rainfall from the Global Ensemble Forecast System v12

(GEFS) of NOAA (2020) were used. Thus, the predictions made to verify the effectiveness of the forecasting system were carried out for a past period. This allowed comparing the results relating to the determination of the opening or closing of the trail by the system with the observed data.

Regarding the GEFS rainfall estimates, it is worth noting that this is a database of ensemble rainfall estimates, i.e., it does not have only one forecast of the amount of rainfall that will occur in the future, but several different forecasts, as shown in the example in Figure 7. Each of the lines presented by the graph in Figure 7 represents a different forecast, i.e., a different ensemble member. All of them were obtained from the same meteorological model, but considering slight disturbances in the initial conditions of the meteorological model in order to consider the possible scenarios of the event's occurrence.

Therefore, the application of these estimates in the proposed forecasting system will result in not only one answer regarding the opening of the trail, but also in several answers. When analyzing the forecasted rainfall estimates presented in Figure 7, it is noted that there is a great difference among the rainfall depths of all the forecasts. This likely results in a different indication regarding the opening or closing of the trail. Thereby, instead of the system answering only "Open" or "Close" the trail, it is possible to obtain a probability related to the opening and closing for a given day.

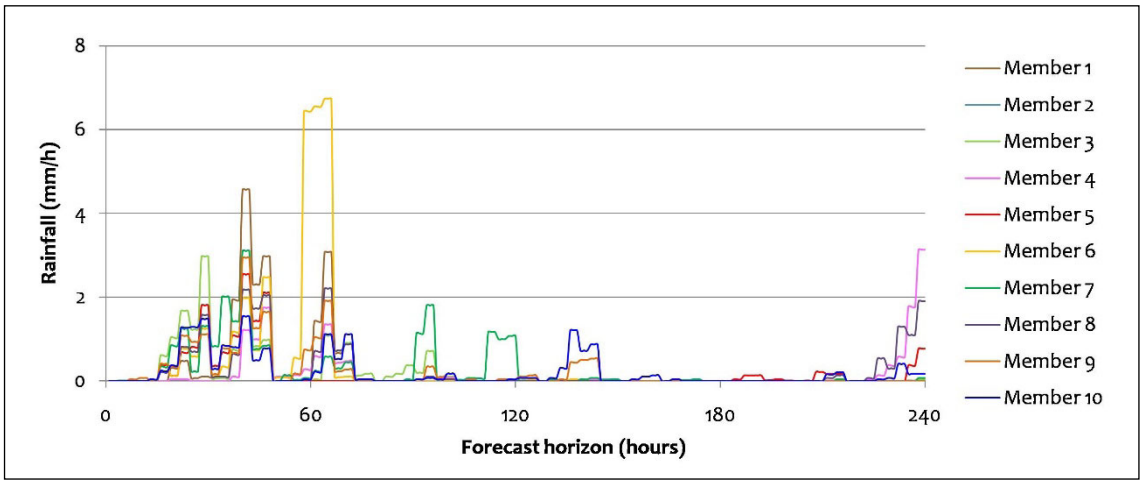


Figure 7. Example of GEFS predicted rainfall forecast for a day that has 10 future forecasts (members) in the ensemble.

To evaluate the performance of this forecasting system, the statistical metric of the ROC (Relative Operative Characteristic) diagram was applied. This method is commonly used for evaluating the occurrence of discrete events in systems that are based on ensemble prediction data, and provides as result the system's success rates and false alarm rates, which can be presented graphically. More details about this metric can be seen in Fan et al. (2016).

Figure 8 shows the results obtained by the forecasts using the ROC diagram. In this case, the results are also compared with the climatology performance equation. Forecasts generating points above this line can be considered good, i.e., they are more accurate in detecting events than issuing false alarms represented by the y-axis (POD – Probability of Detection), and a lower rate of false alarms, represented by the x-axis (POFD – Probability of False Detection). If the forecasts generate points below this line, the number of errors is greater than the number of hits, consequently, they are considered inefficient.

In this context, it is recognized that the shorter the forecast horizon, the better were the obtained results, having a higher success rate. The performance analysis demonstrated that the forecast system developed in this study presented satisfactory results concerning the decision of the opening and closing of the trail for up to 3 days in advance. For longer lead times, the larger uncertainties in the estimates reduced the correct detection of events and significantly increased the false alarm rate.

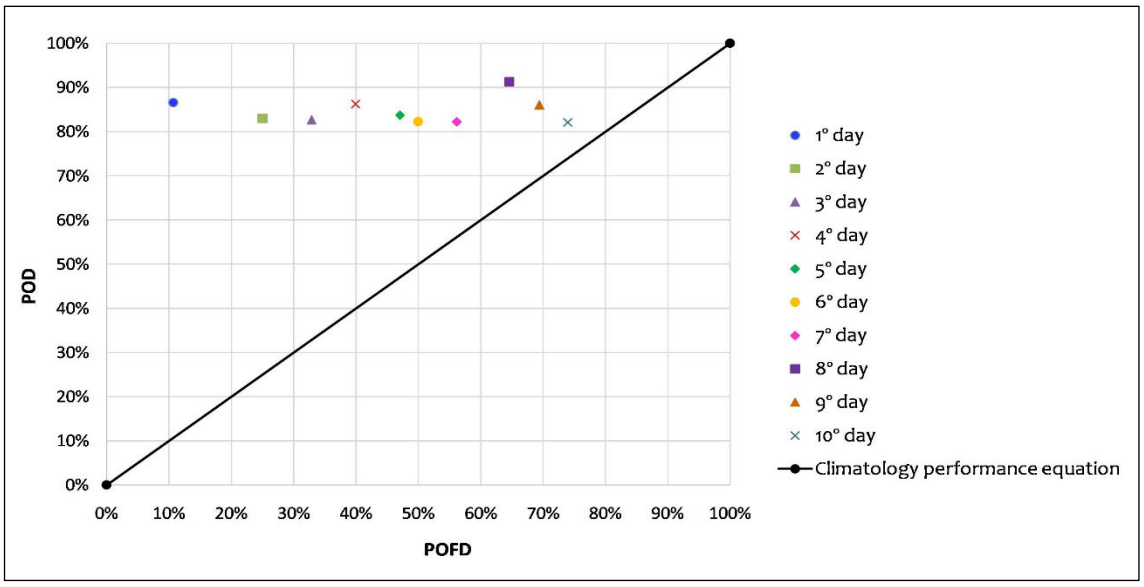


Figure 8. System performance analysis considering the statistical metric of the ROC diagram. In this case, the Probability of Detection (POD) and the Probability of False Detection (POFD) are presented considering all ensemble members.

The results related to the success rates and false alarm rates of the forecast system are presented in Table 2. Although the true alarm rate does not drop significantly with the increase in the forecast horizon, the false alarm rate increases considerably. Since the false alarm rate was always higher than 40%, we do not recommend to adopt horizons longer than four days in this system at this moment.

Based on the results above-mentiones, it can be said that the forecast system based on the HEC-RTS is a good tool for decision making on the opening and closing of the Boi river trail. This system can be used in conjunction with

the current methodology where the PNAS rangers verify the water level of the linimetric ruler every day.

As the Boi river watershed is small and responds very quickly to rainfall events, it is clearely observed that the quality of discharge forecasts is closely linked to forecasted rainfall estimates. Despite this, the GEFS estimates performed well when applied to this study area as well as the forecasting system as a whole.

Furthermore, the developed system has the advantage of having a probability associated with the opening and closing of the trail. Such probabilities can be disclosed on the parks' communication platforms to assist in tourist planning and the trail visitation management.

Table 2. True alarm rates and false alarm rates of the proposed forecasting system.

Forecast horizon	True alarm rate	False alarm rate
1º day	86.8%	10.7%
2º day	82.9%	25.0%
3º day	82.7%	32.8%
4º day	86.2%	40.0%
5º day	83.7%	47.0%
6º day	82.3%	50.0%
7º day	82.3%	56.2%
8º day	91.2%	64.6%
9º day	86.1%	69.4%
10º day	82.0%	74.0%

Final remarks

The practice of activities in environmentally-preserved places has grown in the last decades. The growth of ecotourism brings new issues about hydrological risks in Brazil. Although interactions between nature and human beings can generate many benefits, tourists can be intensively exposed to natural hazards in environmentally-preserved places. Therefore, in a risk management which is essential to minimize negative impacts due to this proximity, we presented hydrological forecasting as one technique for supporting early warning systems in environmentally-preserved places.

Hydrological forecasting has been applied in various sectors, including in flood risk management. However, its application in hydrological risk management related to ecotourism is not well explored. Therefore, concerning ecotourism as a potential source of income, it is essential to ensure the tourists aiming to avoid the occurrence of material or human damages.

Technological advances should contribute to improving rainfall estimates, as well as reducing the computational time for data processing. This contributes to hydrological forecasting development to provide results with more reliability and, consequently, reduce false warnings. Hence, hydrological forecasting can be helpful for warning systems related to ecotourism practices. However, the development of hydrological forecasting should take into account the simple and practical interpretation of the results by the managers and decision-makers. Besides, in a complementary way, an early warning system for ecotourism should include training the tourist guides and defining direct and clear communication with the tourists and local community.

References

BARTHOLMES, J.; TODINI, E. Coupling meteorological and hydrological models for flood forecasting. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 9, p. 333-346, 2005.

BORSCH, S.; KHRISTOFOROV, A.; KROVOTYNZEV, V.; LEONTIEVA, E.; SIMONOV, Y.; DERIUGINA, V. Hydrologic forecasts verification and comparison of forecasting methods. **Preprints**, 2018080507, 2018. DOI: 10.20944/preprints201808.0507.v1.

BURKARD, S.; FUCHS-KITTOWSKI, F.; MÜLLER, R.; PFÜTZNER, B. Crowd sourcing and mobile sensing for flood management in small catchment areas. **CEUR Workshop Proceedings**, v. 2197, p. 110-127, 2018.

CEPED/UFSC. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre desastres / Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012. Volume Brasil. 2ª Edição: revisada e ampliada.** Florianópolis: CEPED/UFSC, 2013. Available on: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>. Accessed February 20th, 2022.

CHARLEY W.J. HEC-RTS (real-time simulation) version 2 for real time flood forecasting and water control. In: **Proceedings of 2nd Joint Federal Interagency Conference**, Las Vegas, 2010.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M. Previsão sazonal de vazão na bacia do rio Uruguai 1: ajuste e verificação do modelo hidrológico distribuído. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, p. 43-59, 2005.

COX, R.J.; SHAND, T.D.; BLACKA, M.J. Australian Rainfall and Runoff revision Project 10: appropriate safety criteria for people. **Water Research,** v. 978, 31p, 2010.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **SACE – Sistema de Alerta de Eventos Críticos.** 2022. Avaiable on: <https://www.cprm.gov.br/sace/>. Accessed: January 10th, 2022.

EM-DAT. The Emergency Disasters Database. **Brazil.** Available on: <https://

public.emdat.be/data>. Accessed February 21th, 2022.

FAN, F.M. **Previsão por conjunto de vazões afluentes a reservatórios em grandes bacias hidrográficas brasileiras.** Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2015. 424p.

FAN, F.M.; PONTES, P.R.M.; COLLISCHONN, W.; BUARQUE, D.C. Sobre o uso da persistência de previsões determinísticas de vazão para a tomada de decisão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, p. 218-228, 2016.

FAN, F.M.; RAMOS, M.H.; COLLISCHONN, W. Sobre o uso de previsões hidrológicas probabilísticas para tomada de decisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 4, p. 914-926, 2015.

FREUDENTHALER, B.; STUMPTNER, R. Adaptive flood forecasting for small catchment areas. In: **International Conference on Computer Aided Systems Theory.** Springer, Cham. 2015. p. 211-218.

GABORIT, E.; ANCTIL, F.; FORTIN, V.; PELLETIER, G. Hydrologic evaluation of spatially disaggregated global ensemble rainfall forecasts. **Hydrological Processes**, v. 28, p. 4682-4693, 2014.

GLOBO. **Em resgate de 21 horas, seis pessoas ilhadas são retiradas de uma trilha após rios encherem com chuva em SC.** 2021. Avaiable on: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2021/01/29/em-resgate-de-21-horas-seis-pessoas-ilhadas-sao-retiradas-de-trilha-apos-rios-encherem-com-chuva-em-sc-video.ghtml>. Accessed: February 20th, 2021.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Monitoramento da Visitação em Unidades de Conservação Federais: Resultados de 2019 e Breve Panorama Histórico**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020. 20p.

MARTÍNEZ-GOMARIZ, E.; GÓMEZ, M.; RUSSO, B. Experimental study of the stability of pedestrians exposed to urban pluvial flooding. **Natural Hazards**, v. 82, p. 1259-1278, 2016.

MAZZALI, L.H.; DIAZ, L.R.; KOBIYAMA, M.; CAMPAGNOLO, K. Análise dos Trechos da Trilha do Rio do Boi no Parque Nacional de Aparados da Serra. **Biodiversidade Brasileira**, v.11, p.134-147, 2021.

MELLER, A. **Previsão de cheias por conjunto em curto prazo.** Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2012. 204p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de manejo do Parque Nacional de Aparados da Serra e Serra Geral. Encarte 1 – Contextualização da UC.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 54p.

MONTEIRO, L.R.; KOBIYAMA, M.; ZAMBRANO, F.C. Mapeamento de Perigo

de Inundação. Porto Alegre: UFRGS/IPH/GPDEN, 2015. 91p. (Trabalho Técnico GPDEN No. 3). Available on: <https://www.ufrgs.br/gpden/wordpress/wp-content/uploads/2015/12/inundacao.pdf>.

MONTEIRO, L.R.; SANTOS, C.I.; KOBIYAMA, M.; CORSEUIL, C.W.; CHAFFE, C.L.B. Effects of return periods on flood hazard mapping: an analysis of the UFSC Campus Basin, Florianópolis city, Brazil. **Brazilian Journal of Water Resource**s, v.26, Epub, 2021.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINITRATION. **Global Ensemble Forecast System (GEFS).** Avaiable on: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-ensemble-forecast-system-gefs>. [Accessed: February 5th, 2020].

SENE, K. **Hydrological Forecasting**. In: Hydrometeorology. Springer, Dordrecht. 2010. Available on: <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3403-8_4>.

SILVEIRA, G.L.; TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A.L.L. Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 3, p. 111-131, 1998.

SIQUEIRA, V.A.; COLLISCHONN, W.; FAN, F.M.; CHOU, S.C. Ensemble flood forecasting based on operational forecasts of the regional Eta EPS in the Taquari-Antas basin. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, p. 587-602, 2016.

STEPHENSON, D. Integrated flood plain management strategy for the Vaal. **Urban Water**, v.4, p. 425-430, 2002.

TUCCI, C.E.M. **Modelos Hidrológicos.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 669 p.

TUCCI, C.E.M.; COLLISCHONN, W. Previsão de vazão. In: TUCCI, C.E.M; BRAGA, B. (eds.) **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH, 2003. p.281-348.

UNDRR – UNITED NATIONS FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Terminology on Disaster Risk Reduction UNDRR**. Geneva: Cornell University Press, 2009.

UNDRR – UNITED NATIONS FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030** [online]. 2015. Available on: <https://www.preventionweb.net/publications/view/43291>. Accessed February 28th, 2020.

UNDRR; CRED. – UNITED NATIONS FOR DISASTER RISK REDUCTION; CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTER. **Human Cost of Disasters**: **An overview of the last 20 years 2000-2019.** Geneva: [s. n.], 2020. Available on: <https://doi.org/10.18356/79b92774-en>.

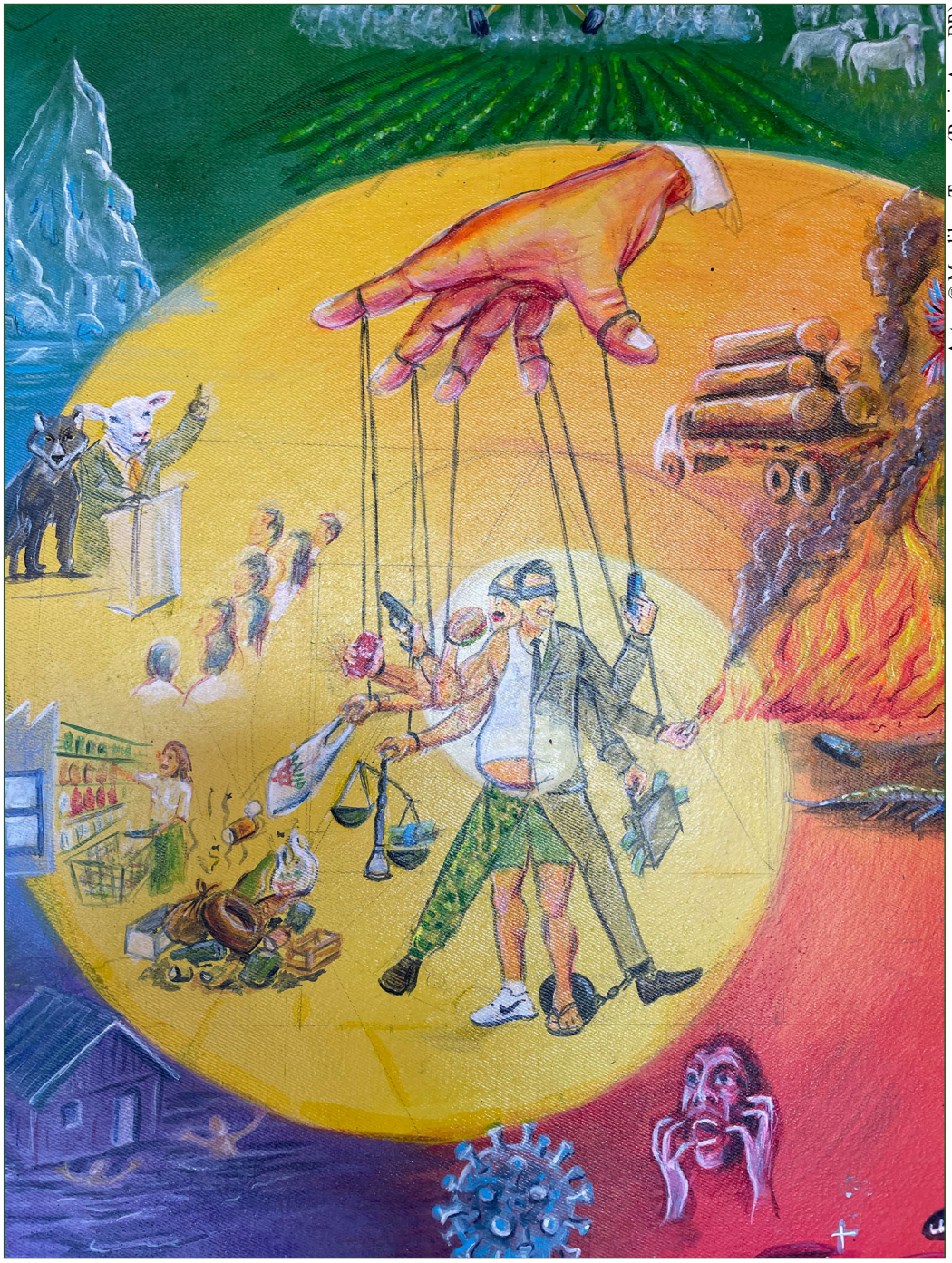
USACE-HEC. **Hydrologic Modeling System, HEC-HMS v4.2.1 – User's Manual.** US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. 2016a. 614 p.

USACE-HEC. **River Analysis System, HEC-RAS v5.0 – User's Manual.** US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. 2016b. 960 p.

USACE-HEC. **Real Time Simulation, HEC-RTS v. 3.1.1 – User's Manual.** US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2020. 528 p.

WANDERS, N.; THOBER, S.; KUMAR, R.; PAN, M.; SHEFFIELD, J.; SAMANIEGO, L.; WOOD, E.F. Development and evaluation of a pan-European multimodel seasonal hydrological forecasting system. **Journal of Hydrometeorology**, v. 20, n. 1, p. 99-115, 2019.

YASSEN, Z.M.; JAAFAR, O.; DEO, R.C.; KISI, O.; ADAMOWSKI, J.; QUILT, J.; EL-SHAFIE, A. Stream-flow forecasting using extreme learning machines: a case study in a semi-arid region in Iraq. **Journal of Hydrology**, v. 542, p. 603-614, 2016.



Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

BACIA HIDROGRÁFICA + RESILIENTE EM AFOGAMENTO: UMA NOVA ESTRATÉGIA

WATERSHED + RESILIENT IN DROWNING: A NEW STRATEGY

Antonio Schinda[1]

Introdução

A temática "afogamento" apresentada neste trabalho versa sobre a necessidade de se propor medidas de prevenção voltadas a mitigar o problema que tem ceifado vidas em diferentes ambientes aquáticos dos municípios do Brasil. Importante considerar que os municípios estão inseridos em bacias hidrográficas.

No Brasil, no período de verão, muitas praias de água doce são abertas em rios, lagos e represas, oferecendo para a comunidade um ambiente de lazer em meio líquido. Entretanto, é preciso considerar que os afogamentos em meio líquido estão relacionados diretamente com a exposição das pessoas na água, através de práticas de natação, banho, mergulho, pescaria, uso de embarcações, e que essas pessoas têm dificuldades em perceber os ambientes de risco de afogamento e praticam atividades que levam a aspiração de água. Por ser o afogamento um trauma silencioso, cercado de erros passíveis de serem prevenidos, a vítima, frequentemente, recebe a culpa pela fatalidade, isentando União, Estados e Municípios.

Infelizmente, União, Estados e Municípios não possuem políticas públicas de prevenção de afogamento efetivas. O afogamento simplesmente acontece e gera um problema pontual e momentâneo dentro do município, até a localização do corpo; após, o caso fatal vira um número perdido, como outros dentro de uma estatística.

Em razão do exposto, o presente trabalho tem como objetivo quantificar esses números de óbitos na Bacia Hidrográfica Paraná III no Estado do Paraná, buscando revelar o tamanho do problema "afogamento" em números, nos municípios da bacia hidrográfica escolhida.

1 Doutor em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública. Mestre em Educação e pesquisador do GEPPES – Grupo de Estudos e Pesquisas em Política Educacional e Social da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel. Diretor da SOBRASA. e Ten Cel do Corpo de Bombeiros do Paraná. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4550-5323. E-mail: antonioschinda1@hotmail.com.

Foram utilizados para compor as estatísticas de afogamento os registros dos casos fatais de afogamento do banco de dados do Sistema Único de Saúde (SUS), – DATASUS, no período de 2009-2019. As informações foram complementadas com fontes secundárias obtidas em relatos de pesquisa, artigos, livros e leis.

O banco de dados do DATASUS é constituído mediante classificação dos óbitos registrados por médicos, com base no Código Internacional de Doença (CID).

O problema afogamento

A maioria dos afogamentos ocorre em ambientes remotos, longe dos serviços pré-hospitalares e dos olhos da população e, por ter pouca ou nenhuma repercussão, essas ocorrências não ganham a notoriedade e a atenção que necessitam, conforme explicam Schinda *et al*.

> Dentre todas as possibilidades de trauma, o afogamento é, sem dúvida, o de maior impacto familiar, social e econômico. Incidente silencioso, cercado de erros passíveis de serem corrigidos que são atribuídos a uma fatalidade inevitável do destino. [...] Para a sociedade em geral a palavra “afogamento” remete ao salvamento e, pensa que as medidas de primeiros socorros são as mais importantes, no entanto, a ferramenta de maior eficácia na luta contra os afogamentos em meio líquido é a prevenção. (SCHINDA *et al*., 2019, p.95).

As fases do afogamento são muito rápidas e necessitam de intervenção especializada imediata para interromper o processo.

> Um cenário comum de um incidente de imersão parcial ou total em águas começa com uma situação que cria uma resposta e pânico, que leva a prender a respiração, falta de ar e aumento da atividade física em um esforço de se manter ou chegar até a superfície da água. De acordo com o que a maioria das testemunhas relatam, raramente as vítimas de submersão são vistas gritando ou acenando por ajuda enquanto lutam para permanecer na superfície da água. Pelo contrário, elas são vistas flutuando na superfície, imóveis, ou mergulham e não conseguem subir. Na continuação do incidente de submersão, um esforço inspiratório reflexo joga água na faringe e na laringe, causando uma resposta de sufocamento e laringoespasmo. O laringoespasmo é o primeiro passo do sufocamento, que, por sua vez, faz com que a vítima perca a consciência e venha a afundar ainda mais na água. (PHTLS/NAEMT, 2011, p. 524.)

A quantidade de água que entra nas vias aéreas interfere diretamente no processo respiratório da vítima. Há casos em que, as vias aéreas podem ficar totalmente obstruídas “por líquido” impedindo, dessa forma, a troca gasosa, acelerando o processo de parada cardíaca e levando rapidamente à morte.

A distância de um afogamento em áreas remotas até o serviço pré-hospitalar mais próximo interfere negativamente no prognóstico de atendimento da vítima. E o problema de falta de medidas de prevenção, associado à falta de cuidados das pessoas, ao praticarem atividades em ambientes aquáticos, pode levar os banhistas à morte, de maneira muito rápida.

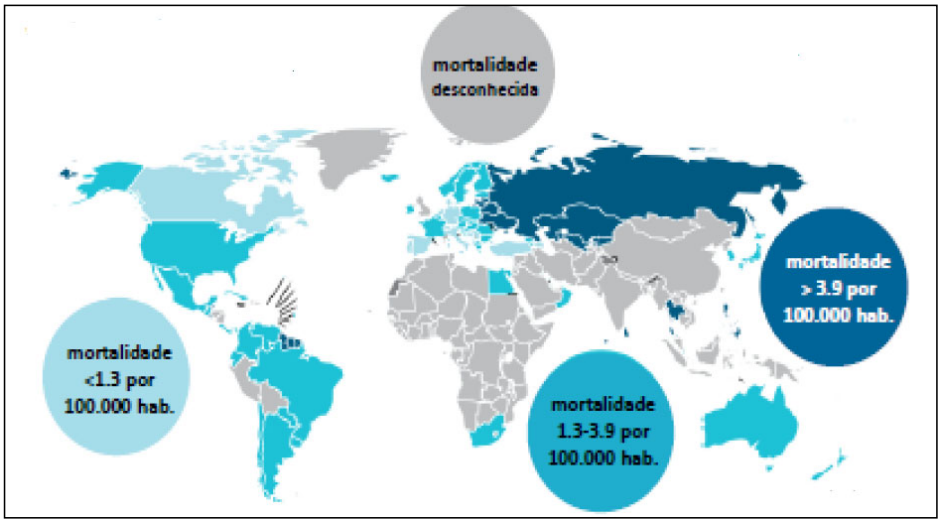
Nessa perspectiva, é importante o envolvimento de todos para interromper essa tragédia anunciada, que mata muitas pessoas saudáveis de forma tão trágica, todos os anos, no Brasil e no Mundo.

O afogamento no mundo

Cada país do mundo tem suas particularidades, tais como: cultura, religião, hábitos, clima, geografia, leis, regulamentos, serviços públicos e políticas públicas. Países ricos ou pobres apresentam problemas com mortes por afogamento, de várias formas e em diferentes ambientes.

De acordo com a Assembleia Geral da ONU, em texto inserido na Resolução A/75/24, que, “a estimativa global oficial de 235.000 mortes por ano exclui afogamentos atribuíveis a eventos climáticos relacionados a enchentes e incidentes de transporte na água [...]” (SOBRASA, 2021a, p. 2). Quando não ocorrem os registros o problema fica oculto.

A fórmula matemática utilizada para mostrar o tamanho do problema é o quantitativo de mortes, no período de um ano, dividido por 100.000 habitantes, como demonstra a Figura 1.



Fonte: Bloomberg (2014).

Figura 1. Afogamentos no mundo e países – OMS.

No mapa mundial, o Brasil foi classificado juntamente com a maioria dos países da América da América do Sul com uma coloração azul correspondendo uma taxa de óbitos 1.3 – 3.9 por 100.000 habitantes ao ano.

A falta de padronização dos registros de dados de afogamento oculta o tamanho do problema no mundo, sendo que, em 2015, dos 192 países membros da Organização Mundial da Saúde, apenas 40% relataram dados sobre afogamento (SOBRASA, 2021a). Muitos desses países nem registram o número de óbitos. Na Figura 2 pode-se perceber a grande variação de índices entre países da América do Sul, bem como, a falta de registro da Guiana Francesa e do Suriname.

	País	N	n/100.000 hab
1	Brasil	4974	2.4
2	Colômbia	1700	3.8
3	Argentina	600	1.7
4	Peru	1100	4.2
5	Venezuela	800	2.9
6	Chile	500	3.1
7	Equador	600	4.3
8	Bolívia	500	6
9	Paraguai	100	2
10	Uruguai	100	2.2
11	Guiana		Não informa
12	Suriname		Não informa
Total		**11.696**	**3.3**

Fonte: Bloomberg (2014).

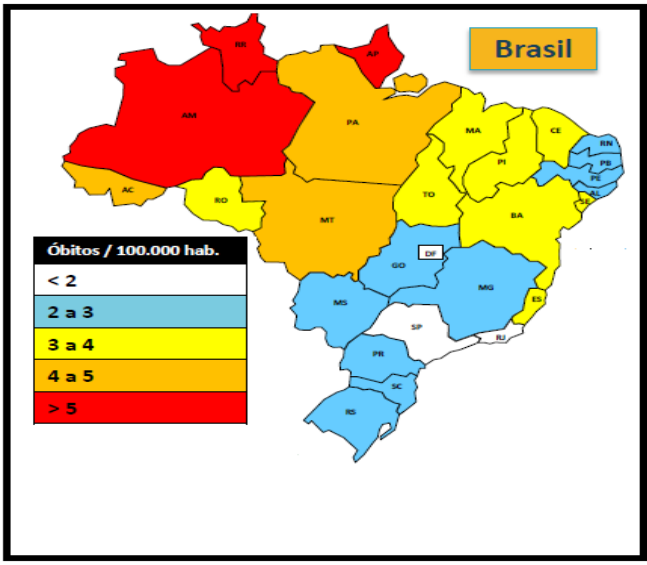
Figura 2. Afogamentos na América do Sul.

A variação no número de mortes entre países podem estar relacionados com a renda *per capita* menor, clima, cultura, características geográficas. Entender esse problema em uma escala menor pode auxiliar na orientação de políticas públicas de prevenção.

O afogamento no Brasil

O Brasil é um país continental e para entendermos o problema em comento se faz necessário dividir a análise por micro regiões dentro dos Estados e aproximar mais a análise do problema por bacias hidrográficas e municípios.

A evolução de mortes por afogamento nas últimas quatro décadas demonstra que o Brasil apresenta um quadro diversificado em termos da incidência desse trauma, como pode ser inferido da Figura 3.



	Óbitos / 100.000 hab			
	1979	1990	2001	2019
BRASIL	5,42	5,27	3,86	2,68
Acre (AC)	4,06	3,45	3,48	4,31
Alagoas (AL)	3,6	4,18	4,44	2,7
Amapá (AP)	12,2	9,35	7,41	5,68
Amazonas (AM)	5,85	4,76	5,72	7
Bahia (BA)	4,1	4,23	3,36	3,27
Ceará (CE)	2,08	2,76	3,78	3,47
Distrito Federal (DF)	4,6	3,98	2,00	1,39
Espírito Santo (ES)	9,68	8,14	5,95	3,38
Goiás (GO)	3,25	3,43	4,71	2,68
Maranhão (MA)	1	1,55	1,90	3,11
Mato Grosso (MT)	3,4	4,74	6,28	4,16
Mato Grosso do Sul (MS)	3,43	6,61	5,96	2,59
Minas Gerais (MG)	6,38	6,12	3,05	2,56
Pará (PA)	4,86	3,63	2,91	4,31
Paraíba (PB)	1,44	3,04	2,53	2,91
Paraná (PR)	5,58	6,19	4,36	2,64
Pernambuco (PE)	4,67	4,79	4,39	2,79
Piauí (PI)	2,39	1,93	3,79	3,54
Rio de Janeiro (RJ)	7,65	5,76	2,77	1,44
Rio Grande do Norte (RN)	1,45	2,07	4,36	2,42
Rio Grande do Sul (RS)	6,38	5,73	4,59	2,33
Rondônia (RO)	7,49	10,6	5,61	3,94
Roraima (RR)	3,87	7,84	9,19	5,61
Santa Catarina (SC)	7,17	7,48	4,66	2,88
São Paulo (SP)	6,91	6,59	4,03	1,76
Sergipe (SE)	3,49	5,42	4,73	3,18
Tocantins (TO)	—	1,33	3,29	3,31

Fonte: SOBRASA (2021b).

Figura 3. Evolução na mortalidade por 100.000 habitantes em quatro décadas.

Ao analisar a Figura 3, que apresenta a evolução da mortalidade ao longo dos últimos 40 anos, ficou evidente que é possível reduzir esses números de afogamentos. No mapa os resultados são apresentados da divisão de óbitos por 100.000 habitantes, mas esses índices menores nos estados com coloração mais clara, não representam tranquilidade, pois, a população dos grandes centros provavelmente dilui os índices de mortalidade por 100.00 habitantes.

Na classificação por Estados da Federação esses índices mudam, indicando que existem regiões do país com mais mortes que outras, conforme Figura 4. Analisando os dados do período entre 2009 e 2019, percebe-se que, no ano de 2019 foi constatado que 5.589 pessoas morreram afogadas no Brasil. Dentre esses casos predominam os jovens e adultos do sexo masculino (SCHINDA, 2021).

Afogamentos no Brasil	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL
TOTAL	7.087	6.508	6.427	6.302	5.947	6.162	5.974	5.726	5.644	5.525	5.589	66.891
Rondônia	90	74	91	91	60	63	76	67	67	70	67	816
Acre	24	32	42	37	45	35	60	30	35	32	36	408
Amazonas	235	211	231	263	263	309	295	233	254	279	285	2.858
Roraima	25	18	26	21	32	28	34	34	39	35	34	326
Pará	335	328	348	320	372	435	384	397	405	303	373	4.000
Amapá	64	56	44	60	86	65	43	48	61	51	47	625
Tocantins	61	69	66	87	90	60	78	58	65	66	53	753
Maranhão	229	170	200	180	218	210	240	197	241	213	220	2.318
Piauí	150	116	124	106	108	113	92	147	116	126	115	1.313
Ceará	453	375	418	268	234	261	262	288	281	319	316	3.475
Rio Grande do Norte	146	119	130	112	91	110	75	85	93	107	87	1.155
Paraíba	221	149	182	139	118	125	98	120	89	138	115	1.494
Pernambuco	361	342	365	252	235	243	230	245	239	248	259	3.019
Alagoas	190	173	147	124	131	124	106	110	137	107	94	1.443
Sergipe	129	97	81	77	85	104	91	71	91	81	73	980
Bahia	588	622	571	538	579	592	604	545	525	507	495	6.166
Minas Gerais	644	615	570	677	571	562	558	562	515	524	524	6.322
Espírito Santo	196	165	150	179	141	152	146	109	113	138	141	1.630
Rio de Janeiro	390	297	278	344	272	322	286	277	263	255	249	3.233
São Paulo	1.052	1.064	1.000	1.094	904	942	887	870	779	789	772	10.153
Paraná	362	351	334	336	306	279	306	296	288	273	291	3.422
Santa Catarina	250	234	257	219	237	228	223	224	231	197	229	2.529
Rio Grande do Sul	359	368	304	294	293	302	304	300	284	251	255	3.314
Mato Grosso do Sul	111	106	90	89	95	105	67	74	73	75	71	956
Mato Grosso	183	156	138	171	151	166	162	132	121	134	152	1.666
Goiás	190	178	199	190	194	194	222	171	202	178	202	2.120
Distrito Federal	49	23	41	34	36	33	45	36	37	29	34	397

Fonte: DATASUS (2021)

Figura 4. Afogamentos no Brasil, no período de 2009-2019.

Ao longo dos anos também se percebeu que houve uma redução gradativa no número de mortes por afogamento registradas no Brasil. Como já observado, no ano de 2019 tivemos 5.889 óbitos e, ao compararmos com o ano de 2009, o número era de 7.087 óbitos, sendo, em sua maioria, no interior do país, em ambiente de água doce.

Ao considerarmos que os números estão caindo muito lentamente é de fundamental importância criar um plano de contingência contra afogamento, na área geográfica dos municípios, de forma integrada entre agentes públicos e sociedade.

Os afogamentos normalmente ocorrem em rios, lagoas, cavas, represas, cachoeiras, baías, praias. Esses locais pertencem a um município que está inserido em uma bacia hidrográfica dentro de um estado. Por isso, entender a dinâmica desse problema pode auxiliar nas medidas preventivas pontuais e por micro região.

Diagnóstico da epidemiologia do afogamento na bacia hidrográfica

Entender os riscos de afogamento na bacia hidrográfica é de fundamental importância para um planejamento regional e municipal de mitigação das mortes por afogamento, considerando que a população dos municípios da área da bacia hidrográfica pode fazer atividades diversas na água, em áreas de risco de afogamento.

Outro fator importante a ser considerado em um planejamento de políticas públicas de prevenção é a quantidade de espelhos d'água na área do município e o número de habitantes.

Neste estudo se apresenta um diagnóstico parcial do problema afogamento em uma das bacias hidrográficas do Estado do Paraná com o intuito de revelar informações importantes que poderão ser utilizadas na prevenção de afogamentos. Para tanto, foi utilizado o banco de dados do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS) que atende ao Código Internacional de Classificação de Doença (CID), vinculado à Organização Mundial de Saúde (OMS), oriundo dos atestados de óbito expedidos por médicos.

Na maioria dos casos, vítimas de afogamento encontradas pelas equipes do Corpo de Bombeiros são entregues para o Instituto Médico Legal. Após a chegada, o corpo é examinado por um legista, que classifica a causa do óbito utilizando o CID-10 gerando, assim, o relatório do DATASUS.

Na pesquisa foram utilizados os relatórios de afogamento do CID-10, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Categoria CID-10 usadas na descrição de tipos de afogamentos.

Categoria CID -10	Descrição
W 65	Afogamento em banheira
W 66	Afogamento por queda em banheira
W 67	Afogamento em piscina
W 68	Afogamento por queda em piscina
W 69	Afogamento em águas naturais
W 70	Afogamento por queda em águas naturais
W 73	Outros afogamentos específicos
W 74	Afogamento não especificado
V 90	Acidente com embarcação provocando afogamento
V 92	Afogamento durante transporte sem acidente
X 71	Afogamento intencional submersão
Y 21	Afogamento e submersão, intenção não determinada

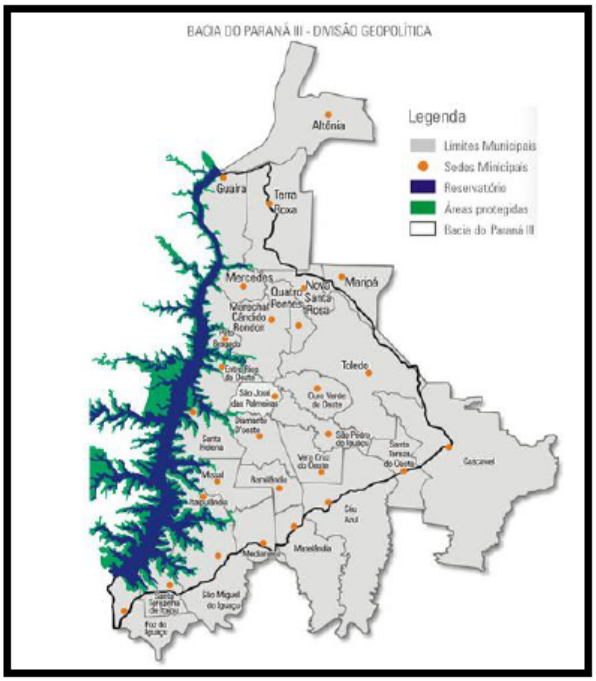
Fonte: DATASUS (2021).

O relatório do DATASUS foi utilizado para mensurar o número de afogamentos ocorridos no período de 2009-2019 na Bacia Hidrográfica Paraná III. Também foi analisado o índice de risco de afogamento/100.000 habitantes nos municípios que compõem a bacia hidrográfica, considerando no estudo o local do óbito e a residência da vítima. Após análise, os municípios receberam uma classificação de risco, sendo: vermelho para elevado, acima de 5 mortes por 100.000 habitantes; alaranjado, entre 4 e 5; amarelo, entre 3 e 4; azul, entre 2 e 3; e branco, abaixo de 2/100.000 habitantes. A classificação seguiu regras de proporcionalidade.

O Afogamento no Estado do Paraná, nos Municípios da Bacia Hidrográfica Paraná III

A Bacia Hidrográfica Paraná III, escolhida para o estudo, está nas margens do Lago de Itaipu. Os dados utilizados para analisar o objeto “afogamento” foram analisados no período de 2009-2019. As mortes foram classificadas nos municípios de duas formas: nos locais dos incidentes e no local de residência das vítimas.

A Figura 5 mostra o mapa da Bacia Hidrográfica Paraná III e a Figura 6 demonstra o índice de afogamentos ocorridos nos municípios abrangentes pela Bacia Hidrográfica Paraná III.



Fonte: SCHINDA (2021)

Figura 5. Mapa da Bacia Hidrográfica Paraná III.

PARANÁ	LOCAL	LOCAL	População	Afog /100.000Hab		RESID.	RESID.	Afog /100.000Hab
Bacia Paraná III	2 a 3	282	1.099.782	2,331040482	**Bacia Paraná III**	307	2 a 3	2,537693007
Cascavel	< 2	37	332.333	1,012128306	Cascavel	69	< 2	1,887482517
Céu Azul	> 5	7	11.819	5,384242629	Céu Azul	5	3 a 4	3,845887592
Diamante D'Oeste	< 2	1	5.266	1,726340503	Diamante D'Oeste	2	3 a 4	3,452681007
Entre Rios do Oeste	> 5	9	4.596	17,8020413	Entre Rios do Oeste	2	3 a 4	3,956009178
Foz do Iguaçu	2 a 3	82	258.248	2,886584002	Foz do Iguaçu	88	3 a 4	3,097797466
Guaíra	> 5	35	33.310	9,552141044	**Guaíra**	32	> 5	8,733386098
Itaipulândia	4 a 5	5	11.385	3,992494111	Itaipulândia	5	4 a 5	3,992494111
Marechal Cândido Rondon	2 a 3	12	53.495	2,039272999	Marechal Cândido Rondon	11	< 2	1,869333583
Matelândia	2 a 3	5	18.107	2,510330008	Matelândia	6	3 a 4	3,01239601
Medianeira	< 2	7	46.574	1,366349543	Medianeira	9	< 2	1,756735127
Mercedes	< 2	1	5.577	1,63007156	Mercedes	2	3 a 4	3,26014312
Missal	3 a 4	4	10.704	3,397200707	Missal	3	2 a 3	2,54790053
Nova Santa Rosa	2 a 3	2	8.266	2,199590876	Nova Santa Rosa	2	2 a 3	2,199590876
Ouro Verde do Oeste	3 a 4	2	6.016	3,022243714	Ouro Verde do Oeste	0	< 2	0
Pato Bragado	> 5	5	5.684	7,996929179	Pato Bragado	5	> 5	7,996929179
Quatro Pontes	2 a 3	1	4.029	2,2563686	Quatro Pontes	1	2 a 3	2,2563686
Santa Helena	4 a 5	13	26.767	4,415205969	Santa Helena	7	2 a 3	2,377418599
Santa Terezinha de Itaipu	4 a 5	11	23.699	4,219587324	Santa Terezinha de Itaipu	8	3 a 4	3,068790781
São Miguel do Iguaçu	4 a 5	14	27.576	4,615344041	São Miguel do Iguaçu	9	2 a 3	2,967006883
São Pedro do Iguaçu	< 2	1	5.820	1,562011871	São Pedro do Iguaçu	1	< 2	1,562011871
Terra Roxa	< 2	2	17.522	1,037656556	Terra Roxa	1	< 2	0,518828278
Toledo	< 2	20	142.645	1,274620084	Toledo	27	< 2	1,720737113
Tupãssi	< 2	1	8.109	1,121088801	Tupãssi	1	< 2	1,121088801
Vera Cruz do Oeste	> 5	5	8.454	5,376690969	Vera Cruz do Oeste	7	> 5	7,527367357
Maripá	< 2	0	5.582	0	Maripá	0	< 2	0
Ramilândia	< 2	0	4.476	0	Ramilândia	0	< 2	0
Santa Tereza do Oeste	< 2	0	10.096	0	Santa Tereza do Oeste	3	2 a 3	2,701339865
São José das Palmeiras	< 2	0	3.627	0	São José das Palmeiras	1	2 a 3	2,506454119

Fonte: SCHINDA (2021).

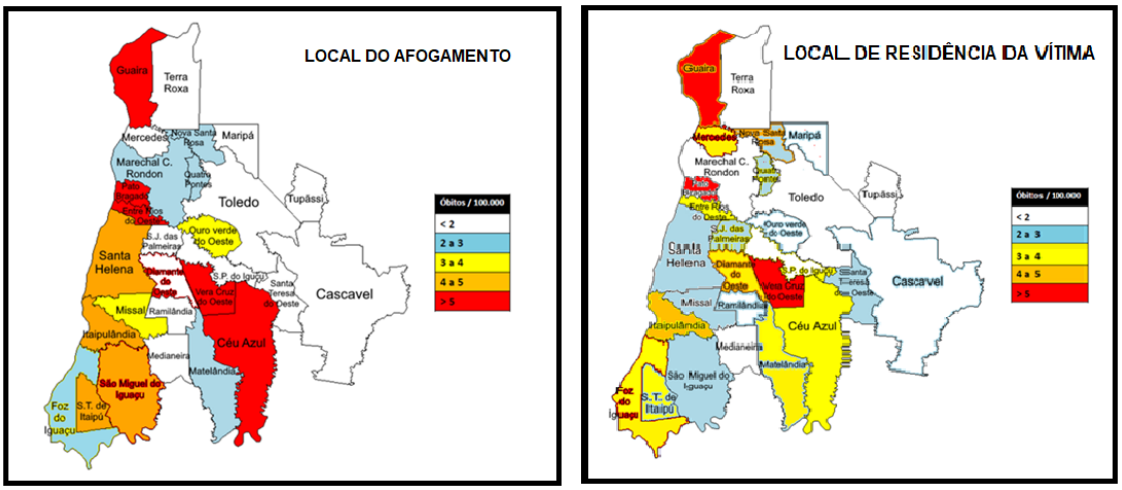
* índice de risco por bacia Estado = Y/X=Z.

Onde: Y = (média dos óbitos de afogamento aquático dos anos de 2009-2019, por município e ou bacia hidrográfica); X = (população do município pertencente a bacia hidrográfica utilizando senso 2010); Z = (resultado por 100.000habitantes).

Figura 6. Índice de afogamentos em 28 municípios da Bacia Hidrográfica Paraná III no período de 2009-2019.

Na Figura 6 estão demonstrados os índices de morte por afogamento por 100.000 habitantes, representado por cores, sendo branco para igual ou menor que 2 por 100.000 habitante, azul 2 a 3, amarelo 3 a 4, laranja 4 a 5 e vermelho maior que 5. Essa padronização de cores foi utilizada pela Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático, (2021b) conforme a Figura 3. Observa-se que, nos municípios de Entre Rios do Oeste (17,80); Guaíra (9,55) e Pato Bragado (7,79) os índices de afogamento classificados por local estão muito altos.

Na Figura 7 se pode também observar os locais que apresentaram maior risco de afogamento na Bacia Hidrográfica Paraná III em relação aos locais em que as vítimas residiam.



Fonte: SCHINDA (2021).

Figura 7. Mapa de risco dos locais de afogamentos dos 28 municípios da Bacia Hidrográfica Paraná III, no período de 2009-2019 e do local de residência da vítima.

Neste mesmo período comparativo a média de mortes do Brasil foi de 3,18 mortes por 100.000 habitantes, sendo que, no Paraná foi de 2,97 e na Bacia Hidrográfica Paraná III de 2,33.

Após essa avaliação de risco fica evidente a necessidade de implementação de políticas públicas de prevenção de afogamento nos municípios da bacia hidrográfica de maneira integrada.

Importância da Implementação de Políticas Públicas de Prevenção ao Afogamento

No Brasil já existe legislação que poderia ser usada com referência para implementação de políticas públicas de prevenção de afogamento nos municípios. Ao analisar a Lei Federal nº 12.608/12 – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil –, em seus Art. 6º, 7º e 8º, especialmente este último, fica evidente a possibilidade de ser implantada uma política pública de prevenção

de afogamento nos Municípios de forma integrada com o Estado e a União. Conforme dispostos:

> Art. 6º Compete à União: I - a identificação dos riscos de desastres nas regiões geográficas e grandes bacias hidrográficas do País;
> e XIII - apoiar a comunidade docente no desenvolvimento de material didático-pedagógico relacionado ao desenvolvimento da cultura de prevenção de desastres. § 1º O Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil conterá, no mínimo: I - a identificação dos riscos de desastres nas regiões geográficas e grandes bacias hidrográficas do País; e
> Art. 7º Compete aos Estados:
> V - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;
> VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais. Parágrafo único. O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil conterá, no mínimo: I - a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres;
> **e Art. 8º Compete aos Municípios:**
> **V - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;**
> **X - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;**
> **XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas**. (BRASIL, 2012). grifo nosso

A prevenção de afogamento é uma das atribuições da defesa civil municipal, portanto, buscar as parcerias no mapeamento de áreas de risco e nas medidas de mitigação é atribuição legal da prefeitura e um direito da população.

Considerações finais

Ao refletir sobre a questão de que os afogamentos podem ser evitáveis mas, mesmo assim, estão acontecendo com elevados índices de mortes, nos

municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica Paraná III, e considerando, ainda, que 39,2% dos municípios pertencentes a essa bacia hidrográfica têm valores de óbitos por afogamento maiores que o índice do Estado do Paraná e do Brasil, comprovados com o estudo demonstrado na Figura 6, importa avaliar as possibilidades de solução ao problema que transparecem do estudo proposto.

Dessa constatação percebe-se a necessidade de se criar uma política pública de prevenção de afogamento por bacia hidrográfica, esta executada nos municípios, que padronize procedimentos e que promova a integração entre várias instituições de interesse para o programa. Existem procedimentos de baixo custo que podem ser implementados imediatamente através da estrutura administrativa das prefeituras municipais. Ficou visível na estatística de mortes por afogamento que, na mesma bacia hidrográfica, existem variações no número de mortes no mesmo município, ao considerarmos o local do óbito e o local de residência da vítima, o que justifica o uso da estrutura municipal.

O Estado, através do Corpo de Bombeiros e com apoio da Defesa Civil Estadual pode auxiliar os municípios na elaboração dos planos de contingência contra afogamento, servindo como modelo de implementação de medidas preventivas para outros municípios da bacia hidrográfica.

Com a implementação de um programa de prevenção de afogamento no município o gestor municipal tem a oportunidade de dispor e executar do plano de contingência contra afogamento, cumprindo com sua obrigação legal e eximindo-se dos riscos inerentes às áreas náuticas de lazer, evitando, assim, muitos óbitos por afogamento.

Compreende-se, portanto, que a prevenção de afogamento tem que ser desenvolvida para fazer a gestão dos riscos da bacia hidrográfica e executada nos municípios, direcionada para atender a demanda dos moradores do município, da região e também dos turistas. Quanto mais municípios aderirem aos planos de contingência contra afogamento de forma integrada, mais bacias hidrográficas se tornarão mais resilentes e mais pessoas poderão ser salvas.

Referências

BLOOMBERG, L. P. **Global report on drowning:** preventing a leading killer. World Health Organization (Ed.). Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2014.

BRASIL. DATASUS. Disponível em: <http:www2.datasus.gov.br/DATASUS/>. Acesso em: 05 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em: 15 set. 2021.

SCHINDA, Antonio; SZPILMAN, David; FERREIRA, Angelo Mazzucchi S.; TAVARES, Ricardo D.F. Município resiliente em afogamento. **Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência**, n. 1, v. 1, p. 93-105, 2019.

SCHINDA, Antonio**. Medidas de prevenção de afogamento dirigidas a uma bacia hidrográfica:** uma nova estratégia. 2021. 158 f. Tese (Doutorado em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública) – Centro de Altos Estudos de Segurança, Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, 2021.

SOBRASA. Resolução ONU A/75/24. Bangladesh e Irlanda: projeto de resolução. Prevenção global de afogamento. Trad. SZPILMAN, David; QUEIROGA, Ana Catarina. Disponível em: <https://www.sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/baixar/resolucao_ONU.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021a.

SOBRASA. Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático. Afogamentos. **Boletim epidemiológico no Brasil 2021** (ano base 2019 e outros). SZPILMAN, David *et a*l. (Org.). 8. ed. 2021b. Disponível em: <https://www.sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/baixar/AFOGAMENTOS_Boletim_Brasil_2021.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2021.

PHTLS/NAEMT. **Atendimento pré-hospitalar ao traumatizado**. [trad. Renata Scavone, et al.] 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 896 p.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

ESCOLAS SEGURAS - INICIAÇÃO CIENTÍFICA COMO PRÁTICA DE CIDADANIA EM ESCOLAS PÚBLICAS PARA REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES

SAFE SCHOOLS - SCIENTIFIC INITIATION AS A CITIZENSHIP PRACTICE IN PUBLIC SCHOOLS FOR DISASTER RISK REDUCTION

Pedro Carignato Basilio Leal[1]
Rosangela do Amaral[2]
Thiago Lobão Cordeiro[3]
Débora Olivato[4]

Introdução

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental voltados ao Meio Ambiente (BRASIL-MEC/SEF, 1997a) já destacavam na década de 1990 a importância e a urgência de se discutir na escola a questão ambiental, uma vez que o futuro depende da relação entre a natureza e o uso que a humanidade faz dos recursos disponíveis. Essa temática é reforçada na Nova Base Nacional Comum Curricular, em especial como tema contemporâneo transversal (BRASIL, 2018).

No Brasil, a obrigatoriedade da Educação Ambiental foi instituída na Constituição Federal de 1988, mas foi principalmente a partir da Conferência Internacional Rio 92 que se divulgou amplamente o papel da educação para a construção de um mundo socialmente justo e ecologicamente equilibrado, o que requer participação e responsabilidade, individual e coletiva.

A Constituição Federal de 1988 tem como um de seus fundamentos a dignidade da pessoa humana e como alguns dos direitos sociais a educação, a segurança e a saúde. A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (BRASIL, 1996) diz que a educação deve vincular-se às práticas sociais, preparo do estudante para o exercício da cidadania, garantir padrão de qualidade, promover assistência à saúde e garantir que o estudante esteja na escola.

A Lei Federal nº 12.608 de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC), estabelece no artigo 9º, parágrafo IV que compete à

1 Assistente de Pesquisa do Instituto de Pesquisas Ambientais, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3752-4097. E-mail: pedro.leal@sp.gov.br.
2 Pesquisadora Científica do Instituto de Pesquisas Ambientais, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8315-0546. E-mail: roamaral@sp.gov.br.
3 Professor de Geografia da Escola Estadual Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9439-8096. E-mail: thiagolc21@gmail.com.
4 Pesquisadora bolsista do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Ministério de Ciência Tecnologia e Inovações. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5351-7068. E-mail: debora.olivato@cemaden.gov.br.

União, aos Estados e aos municípios as medidas preventivas de segurança contra desastres em escolas e hospitais situados em áreas de risco. Ainda nas diretrizes da PNPDC destaca-se a importância da participação social na gestão de risco; e no Art. 26 trata que os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios". Com as recentes alterações na LDB, o tema proteção e defesa civil tornou-se optativo para os currículos das redes municipais e estaduais.

O Marco de Sendai para a redução do risco de desastres 2015-2030 (ONU, 2015) além de apresentar as prioridades atuais e futuras, traz as lições aprendidas, as lacunas encontradas na primeira fase do século XXI, dentre elas deve-se "haver uma abordagem mais ampla e centrada nas pessoas para prevenir os riscos de desastres"; e que "gestão eficaz dos riscos de desastres contribui para o desenvolvimento sustentável". E tem como sua prioridade 3 investir na redução de risco de desastres para a resiliência através de: medidas estruturais, não estruturais e funcionais para a prevenção e redução de risco de desastres em instalações vitais, em particular escolas, hospitais e infraestrutura física. Por sua vez, um dos objetivos do Marco de Sendai (ONU, 2015, p. 07) é a "redução substancial dos riscos de desastres e das perdas de vidas, meios de subsistência e saúde, bem como de ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países".

Dentro deste contexto, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 (ONU, 2015) tem no seu Objetivo 13.3.1 medir Grau em que a (i) a educação para a cidadania global e (ii) a educação para o desenvolvimento sustentável são integradas nas (a) políticas nacionais de educação; (b) currículos escolares; (c) formação de professores; e (d) avaliação de estudantes (ONU BRASIL, 2022). "Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, também conhecidos como Objetivos Globais, são um chamado universal para ação contra a pobreza, proteção do planeta e para garantir que todas as pessoas tenham paz e prosperidade" (ONU, 2016).

O desenvolvimento sustentável é um termo que se tornou muito utilizado nessas últimas décadas e, por esse mesmo motivo, engendra diversos significados. De um lado, pode significar a promoção do uso racional dos recursos disponíveis e a garantia de manutenção da qualidade de vida para as gerações futuras. Já por outro lado, alguns autores consideram que essa ideia de desenvolvimento sustentável é um mito para justificar o assalto que fazem à nossa ideia de natureza. "Fomos nos alienando desse organismo de que somos parte, a Terra, e passamos a pensar que ele é uma coisa e nós, outra: a Terra e a humanidade. Eu não percebo onde tem alguma coisa que não seja natureza.

Tudo é natureza" (KRENAK, 2019). De qualquer forma, a prevenção e a redução do risco de desastres são partes necessárias ao desenvolvimento sustentável ou a qualquer ideia de natureza, uma vez que o processo de reconstrução das comunidades atingidas tem um custo econômico, social, político e ambiental.

Um dos desequilíbrios mais evidentes é a ação humana no ambiente considerado natural, principalmente nas áreas urbanas, que muitas vezes é responsável ou desencadear ou intensificar os desastres ambientais. "A intensificação das atividades humanas pode induzir, acelerar e potencializar os processos geológicos e isso pode provocar acidentes e desastres que afetam diretamente o homem" (PARIZZI, 2014, p. 01).

É papel importante do professor - especialmente o de Geografia, por tratar da interação sociedade e natureza - possibilitar ao estudante observar, conhecer, explicar, comparar e representar as características do lugar em que vive (paisagem local e espaço vivido) e as diferentes paisagens e espaços geográficos (BRASIL-MEC/SEF, 1997b). Esses conhecimentos permitirão a aquisição do senso de responsabilidade no uso dos bens comuns e dos recursos naturais, assim como na garantia do bem-estar e da qualidade de vida da sua família e comunidade.

Nesse aspecto, a discussão, o desenvolvimento do senso crítico e a visão integrada dos aspectos que envolvem os desastres naturais, bem como as suas formas de prevenção, de redução dos impactos e da resiliência, são fatores que causam efeitos sociais, psicológicos, emocionais, econômicos, ambientais e culturais.

A preparação frente aos desastres não deve ser apenas responsabilidade das esferas governamentais, mas também deve ser de conhecimento de cada cidadão que faz parte de uma comunidade, o que inclui as crianças e os adolescentes. Isso os possibilita ter uma mudança comportamental frente ao medo ou ansiedade, pela capacidade de lidar e agir por si próprios e por suas famílias - antes, durante e depois da ocorrência de um desastre (MERCHANT, 2015; PFEFFERBAUM; PFEFFERBAUM; VAN HORN, 2018).

Essa participação social, nos remete ao conceito de cidadania, que, simplificadamente, é o direito à vida, à propriedade, à igualdade, mas é também o direito de participar no destino da sociedade, seja de forma política, econômica ou cultural. Ou seja, ter direitos, deveres e pertencer a uma comunidade (GORCZEVSKI; MARTÍN, 2011). Em outros termos, a cidadania pode significar o relacionamento entre a sociedade e seus membros, onde o cidadão deve atuar em benefício da sociedade, e esta, por sua vez, deve lhe garantir os direitos básicos à vida, como moradia, alimentação, educação, saúde, lazer, trabalho, entre outros (REZENDE FILHO; CÂMARA NETO, 2001), bem como um ambiente seguro e em equilíbrio. Além da participação social é importante salientar que cidadania é integrar as experiências cotidianas e dar sentido à vida (KRENAK, 2019).

Para o estudante do Ensino Médio, uma das formas de dar sentido à vida, integrar experiências do cotidiano e de participar da prevenção, preparação, redução, mitigação e conscientização da comunidade escolar sobre a temática dos desastres naturais pode ser por meio de projetos desenvolvidos no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica para Ensino Médio (PIBIC-EM), com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O projeto Escolas Seguras, desenvolvido nos últimos 10 anos, em parceria do Instituto Geológico (atual Instituto de Pesquisas Ambientais) com algumas escolas públicas estaduais localizadas no Litoral Norte do Estado de São Paulo, é uma referência nessa iniciativa de unir a aquisição do conhecimento com a prática da cidadania, em prol do bem-estar social por meio da criação de estratégias locais para aumento da resiliência frente aos desastres que ocorrem naquele território.

O ensino de Geografia e a percepção dos riscos de desastres

A Geografia é a disciplina que possibilita o estudante a aquisição dos conhecimentos sobre o espaço, seus processos, dinâmicas e fenômenos, a natureza e a sociedade, e as relações entre esses componentes. A partir dessa abordagem, o ensino da disciplina pode ter um importante papel na percepção de riscos, redução de vulnerabilidade e formação de resiliência aos desastres (SÃO PAULO, 2019).

> Nesse sentido a geografia, entendida como uma ciência social, que estuda o espaço construído pelo homem, a partir das relações que estes mantêm entre si e com a natureza, quer dizer, as questões da sociedade, com uma “visão espacial”, é por excelência uma disciplina formativa, capaz de instrumentalizar o estudante para que exerça de fato a sua cidadania (CALLAI, 2001).

Cabe destacar que, muitas vezes, no senso comum, o desastre natural é visto como fenômenos distantes da realidade brasileira, como os furacões, tsunamis e terremotos. Mas dentre os desastres naturais, o mais comum e recorrente, a inundação, nos afeta diretamente, assim como países em todos os continentes. Os movimentos de massa, as tempestades e as temperaturas extremas, por exemplo, também são fenômenos frequentes, e, por isso, devem ser contextualizados e entendidos como parte da dinâmica físico-natural, mas com consequências e efeitos imediatos na dinâmica social.

Entretanto, é primordial que os conteúdos sejam trabalhados de forma a inserir o estudante no contexto, partindo da sua realidade, da sua vivência e cotidiano, para só então expandir os horizontes para a compreensão do mundo.

> Ao mesmo tempo, é preciso que o estudante se reconheça como um sujeito que vive em um mundo contraditório e desafiador, bem como suas responsabilidades na construção de uma sociedade justa, igualitária e sustentável. Assim, os seus conhecimentos prévios, experiências, percepções e memórias individuais e coletivas são essenciais para a construção dos conhecimentos geográficos. O desenvolvimento de conteúdos e temáticas relacionadas, por exemplo, à crise socioambiental, ao desenvolvimento econômico, às relações internacionais, à globalização, à diversidade cultural, *aos desastres naturais*, aos conflitos, ao agronegócio, às políticas públicas territoriais, às correntes migratórias, às mudanças climáticas, aproximam os estudantes de outras escalas de análise e fenômenos geográficos (SÃO PAULO, 2019, p. 417, grifo nosso).

Borges e Rego (2016) apontam que as abordagens sobre desastres naturais podem se iniciar a partir do 3º ano do ensino fundamental, quando a criança já tem desenvolvida a habilidade de analisar diferentes situações e formular seu raciocínio sobre determinado tema. Quando o assunto é trabalhado em um local conhecido pela criança, aos quais possuam sentimento de pertencimento, haverá maior preocupação em cuidar do local e das pessoas residentes ali, o que torna o conhecimento mais significativo e facilita sua construção.

A partir das séries finais do ensino fundamental e no ensino médio, o entendimento do risco de desastres pode ser apresentado a partir do trabalho com diversos materiais, como mapas, imagens de satélite, fotografias, notícias de jornais, análise da paisagem, oficinas e trabalhos de campo. Essa elaboração, realizada de forma coletiva, pode ajudar na formação dos conhecimentos sobre os processos e as causas dos desastres, de maneira crítica e construtiva.

Para essas séries é possível que os projetos integrem conhecimentos obtidos em outras disciplinas, como a Matemática (conceitos de escala e estatísticas populacionais), a Biologia (reconhecimento da vegetação do entorno), História (avaliação de como eram os locais no passado), Artes (representações gráficas, plásticas e corporais - por meio de desenhos, maquetes e teatro) e Português (redação dos fatos analisados) entre outras, e, conjuntamente, permitam a construção de projetos no âmbito de toda a escola.

> (...) é fundamental o desenvolvimento de atividades no decorrer do Ensino Fundamental que favoreçam a realização de estudos no entorno da escola e em outros lugares de referência para o estudante. O trabalho de campo e/ou atividades extraclasse, por exemplo, consistem em atividades curriculares que visam estimular a pesquisa e que contribuem para a construção de significados para o estudante acerca dos arredores

> da sua escola, residência e de lugares de vivência do seu município e/ou região. Os estudantes têm a oportunidade de vivenciar experiências pedagógicas significativas e dinâmicas, de forma a compreender na prática um conteúdo e/ou temática desenvolvido na sala de aula, por meio da investigação, reflexão, interação e da construção de conhecimentos. Dessa forma, cabe à equipe gestora e ao professor planejar, com os estudantes, os roteiros dessas atividades. Assim, o trabalho de campo é uma proposta metodológica interdisciplinar e transversal, e não uma metodologia exclusiva da Geografia. Sendo assim, é imprescindível que a atividade seja desenvolvida de forma integrada com outros componentes e áreas de conhecimento (SÃO PAULO, 2019, p. 417-8).

A partir dos conhecimentos adquiridos há o desenvolvimento da percepção, que permite analisar e monitorar vários aspectos relacionados aos desastres naturais, como perigos, riscos, vulnerabilidades e a capacidade de recuperação de suas comunidades. O conhecimento aliado à percepção, proporciona a oportunidade de participação social do estudante na tomada de decisão frente à ocorrência de um desastre natural. Observa-se que a educação é um importante passo para a cidadania e para a construção da resiliência na sociedade (BORGES; REGO, 2016).

O Projeto Escolas Seguras tem possibilitado ao longo dos anos que estudantes de escolas públicas, relacione e aplique conceitos geográficos na análise e identificação do risco. Coloca o bolsista e o professor envolvido e, até mesmo a escola de um modo geral, como produtores de conhecimento, com geração de dados fidedignos, pautados no método científico e possuindo como princípios abordagens participativas, tais como a ciência cidadã (TRAJBER; OLIVATO, 2016), a ciência pós-normal (JACOBI; TOLEDO; GIATTI, 2019), Teatro do Oprimido (BOAL, 2005, 2006) e Teatro Social dos Afetos (FERNANDES, 2019).

Exemplos de projetos de educação, a percepção e a resiliência nas escolas

Recentemente a educação para a redução do risco de desastres está se tornando presente no currículo escolar da maioria dos países. Observa-se que a educação, o conhecimento e a conscientização são importantes para desenvolver a habilidade de reduzir as perdas ocasionadas pelos desastres naturais, bem como a capacidade de responder e se recuperar dos eventos, construindo e mantendo a resiliência das comunidades (JALALI; YARMOHAMMADIAN, 2015). Tão importante quanto essas habilidades e capacidades é a prevenção para colaborar com a RRD.

Quando ocorre um desastre, as crianças, os adolescentes e as pessoas com necessidades especiais estão entre o grupo mais vulnerável da população, especialmente se estiverem na escola no momento da ocorrência (UN-ISDR,

2007; MERCHANT, 2015). Portanto, protegê-los durante um desastre requer duas ações prioritárias, distintas, mas inseparáveis: a educação para o risco e escolas seguras (CECC; UNICEF, 2017). O sucesso dessas ações pode fazer a diferença entre a vida e a morte (RYAN; ROHRBECK; WIRTZ, 2018).

Alguns estudos consultados apresentam os resultados de estratégias aplicadas em diversos países, de acordo com suas realidades e vulnerabilidades. Em 2006 a UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) lançou a campanha "A redução de Desastres começa na escola" para incentivar a integração do tema no currículo escolar de países vulneráveis à ocorrência de desastres. Foram realizados estudos de caso em 30 países com diferentes níveis de desenvolvimento (SELBY; KAGAWA, 2012) e constatado que na maioria dos países os perigos naturais estudados são aqueles mais próximos da sua realidade.

Anagbogu, Nwokolo e Anyamene (2014) citam que as crianças são poderosos agentes de mudança. Estudos sobre a percepção das mudanças climáticas aplicados a grupos com idades entre 8 e 10 anos na Nigéria revelaram que as crianças identificaram os fatores apresentados e demonstraram ter consciência dos seus efeitos e impactos, principalmente aqueles que ocorreram em seus ambientes. As conclusões do estudo apontam que muitas crianças podem ser extraordinariamente resilientes frente a desafios significativos. Oferecer às crianças aconselhamento empoderado e conhecimentos relevantes sobre desastres e mudanças climáticas em um ambiente escolar pode reduzir sua vulnerabilidade ao risco, ao mesmo tempo que contribui para o desenvolvimento sustentável de suas comunidades.

Shah et. al. (2020) aplicaram pesquisa com 100 crianças, com idade aproximada de 9 anos, estudantes de escolas localizadas em 4 distritos na província de Khyber Pakhtunkhwa no Paquistão, severamente impactadas por inundações. O objetivo da pesquisa era avaliar a percepção, conhecimento e a preparação das crianças a respeito da redução do risco de desastres. Apesar das crianças da amostra demonstrarem que estão cientes dos riscos de catástrofes, seu nível de preparação para desastres foi considerado baixo, o que revela a falta de planos para escolas, famílias e comunidades. Essas descobertas mostraram que altos níveis de consciência não dão origem a um aumento nos níveis de preparação. Embora a educação e a vivência sejam importantes para a percepção de risco, esses fatores podem não ser suficientes para aumentar o nível de preparação e capacidade de resposta. O conhecimento deve ser acompanhado de recursos e da oportunidade de participar na tomada de decisões em nível familiar, o que pode se traduzir em resultados tangíveis e concretos.

O projeto CUIDAR (Cultures of Disaster Resilience among Children and Young People) foi desenvolvido entre 2015 e 2018 com o objetivo de avaliar o envolvimento e a participação de crianças e jovens na Gestão de Redução de Riscos e Desastres. Foi desenvolvido a partir da análise de 261 programas,

políticas e práticas desenvolvidas em cinco países da União Europeia (UE) (Grécia, Itália, Portugal, Espanha e Reino Unido), dos quais apenas 20% tinham caráter participativo com crianças e jovens. O trabalho desenvolvido com as crianças confirmou a importância de pensar a resiliência como algo mais do que uma propriedade adaptativa individual. Pelo contrário, mostrou que a resiliência é algo que se alcança coletivamente, fruto do empoderamento e da criação de interdependência, solidariedade e ação, especialmente com os grupos mais silenciados e marginalizados. Os professores desempenham um papel central na resiliência da comunidade, desenvolvendo com as crianças as habilidades necessárias para o enfrentamento de crises, como lidar com o medo e a ansiedade, e ajudando a transformar a escola em um lugar de empoderamento da comunidade em geral (MORT; RODRÍGUEZ-GIRALT; DELICADO, 2020).

Back, Cameron e Tanner (2009) relataram 5 estudos de caso liderados pela UNICEF em redução de risco de desastres (RRD) com foco na criança e liderada por crianças: 1) No estado do Kansas (EUA), frequentemente atingido por tornados, foi desenvolvido um programa de construção de abrigos envolvendo escolas públicas e particulares, com apoio governamental e privado. Além da construção das salas seguras – que quando não são utilizadas como abrigo podem alojar bibliotecas, academias e outras funcionalidades – os estudantes são instruídos para a percepção dos perigos representados por ventos fortes e para que saibam onde e como procurar os abrigos. 2) Na Bolívia, após consecutivos anos de desastres naturais envolvendo escorregamentos, granizo, geadas e inundações bruscas, foi constatado que dentre a população mais vulnerável estavam as crianças, mas especialmente as de comunidades indígenas. Um componente de emergência foi implantado em 2008, para assegurar: o transporte seguro das crianças nas escolas, antes e durante os eventos; o desenvolvimento de planos de preparação e resposta a emergências e a realização do mapeamento das escolas; capacitação de administradores, educadores e familiares sobre a redução de riscos de desastres e padrões mínimos de educação em emergências; integração da gestão de risco de desastres nos currículos nacionais e locais e atividades extracurriculares, especificamente fortalecendo a educação em direitos humanos e habilidades para a vida. 3) No Zimbábue, uma iniciativa combina desenvolvimento curricular com fornecimento de kits básicos de higiene e treinamento de professores. O objetivo é promover atividades preventivas de RRD para dar às crianças o conhecimento e as habilidades necessárias para minimizar os riscos decorrentes de desastres – neste caso, a disseminação de doenças transmitidas pela água, como cólera, devido a inundações e falta de saneamento. 4) Nos EUA foi desenvolvido um componente curricular chamado “Masters of Disaster” - MOD - para ajudar os professores a integrar a educação de RRD em disciplinas centrais. O programa é voltado para crianças

entre 5 e 14 anos e suas famílias com informações de preparação para desastres e promoção da mudança de comportamento, fornecendo conhecimentos, habilidades e ferramentas para se preparar efetivamente para desastres. 5) Em Moçambique um projeto trabalha com crianças entre 12 e 18 anos, de comunidades afetadas por inundações do Rio Zambezi. O projeto promoveu o papel proativo das crianças em suas comunidades em relação a: resposta a inundações e mitigação de desastres; divulgadores de informação e boas práticas; e deu-lhes as habilidades para se preparar para desastres futuros. Foram elaborados uma revista escolar, folhetos comunitários, programas de rádio, oficinas de teatro e um jogo, que forneceram informações a crianças e adultos sobre o que deveriam fazer diante de inundações, secas, ciclones, e incêndios florestais. O impacto foi substancial, não apenas em termos de crianças e escolas desenvolverem planos de resposta a emergências e mudança de comportamento, mas também na mudança de atitudes dentro das comunidades em relação ao papel positivo que as crianças podem desempenhar.

O trabalho em RRD com foco na criança busca ir além da simples transferência de conhecimento. Promover a "voz" e a participação das crianças nas tomadas de decisão significa melhorar a visibilidade das suas necessidades, aumentar suas habilidades analíticas e estimular o reconhecimento de seu potencial como agentes de mudança. À medida que as crianças e jovens se tornam mais visíveis e respeitados em suas comunidades, isso pode ajudar a reduzir sua vulnerabilidade de longo prazo às mudanças climáticas e aos desastres. Eles podem se proteger e também às suas famílias, podem influenciar ações de outros e transformar o ambiente (BACK; CAMERON; TANNER, 2009; PFEFFERBAUM; PFEFFERBAUM; VAN HORN, 2018).

Algumas experiências no Brasil também mostram bons resultados, derivados dos projetos de Defesa Civil nas Escolas, do projeto Desastre Zero do INPE (SAUSEN, 2013) e os projetos derivados do programa Escolas Seguras – A redução de desastres começa na escola (UNICEF/ONU, 2008), como o que foi desenvolvido pelo Instituto Geológico por meio das iniciações científicas nos últimos 10 anos (2012-2022). Em nível federal, desde 2014, vem sendo desenvolvido o Programa Cemaden Educação (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações, com objetivo de contribuir para a geração de uma cultura da percepção de riscos de desastres, no amplo contexto da educação ambiental e da construção de sociedades sustentáveis e resilientes. Em três eixos complementares, fomenta atividades de ciência participativa e cidadã em escolas e a formação de grupos para a gestão participativa de intervenções na comunidade (TRAJBER; OLIVATO, 2016). Desde 2016, vem promovendo a Campanha #AprenderParaPrevenir, com a participação de diversas instituições parceiras, para mapear e incentivar

ações e projetos pedagógicos em ERRD (PANZERI et.al, 2020). O recém-criado "Movimento escolas pelo clima" (RECONECTTA, 2022) que envolve comunidades escolares a busca de soluções para a crise climática, hoje já possui centenas de escolas signatárias, que se comprometeram até o final de 2022, incluir a temática das mudanças climáticas em pelo menos uma atividade pedagógica com os estudantes, e pelo menos uma formação de professores.

Todos esses projetos de estratégias de RRD citados colocam as escolas como ponto de referência junto às comunidades, onde a maior parte dos envolvidos estudou, votou, trabalhou, participou em reuniões de mães/pais ou qualquer outra atividade comunitária no local. As escolas exercem um papel central no território, reconhecidas como pontos focais nas comunidades, seja como lugar onde estão as crianças da comunidade, ou como centro de informação e conhecimento na prevenção e planejamento, ou como abrigo em momentos de emergência (TATEBE; MUTCH, 2015).

Materiais e Métodos

O projeto Escolas Seguras parte do princípio de trabalhar junto com a comunidade. E dentro da comunidade, entende que a escola é um ponto de referência e onde estão as crianças e adolescentes do território. O uso do território é o quadro de vida da comunidade (SANTOS *et. al.*, 1994) e por isso é fundamental trabalhar as questões que surgem desse mesmo uso do território onde a comunidade escolar e escola estiverem localizadas. Portanto, são princípios norteadores do projeto, o exercício da cidadania em busca de um protagonismo da comunidade na criação de estratégias para mitigar e conviver com os riscos de desastres do uso do território.

O projeto Escola Segura, realizado em escolas públicas do Litoral Norte do Estado de São Paulo, é uma estratégia local para redução e prevenção de riscos de desastres nas escolas e no seu entorno. Surge com o intuito de envolver estudantes de ensino médio no desenvolvimento de projetos de pesquisas científicas em RRD, e evolui para projetos mais complexos de pesquisa-ação envolvendo escola-comunidade na preparação de respostas de desastres.

Cada um/uma dos/das participantes (estudantes bolsistas, professores, e coordenação - IG) que vivenciaram a participação no projeto Escola Segura buscavam não só responder questões pertinente a pesquisa científica, mas também colaborar com a comunidade escolar na prevenção de riscos de desastres. A partir de um desafio inicial, foram construídos conhecimentos, e ao final de cada pesquisa, levantavam outros problemas pertinentes a complexidades do tema e da pesquisa científica e ao cotidiano do ambiente escolar, a serem respondidos. A sequência

metodológica apresentada ao longo do capítulo, parte do mais simples ao mais complexo. É importante salientar que a escolha do conteúdo e da metodologia foram sendo aprimoradas e desenhadas conforme foram surgindo as demandas.

- Bolsa CNPq e Instituição parceira

Inicialmente o método prescindiu de um Instituto de Pesquisa (IP) com experiência na temática proposta RRD e na iniciação científica, e também com disponibilidade de oferta de bolsas de pesquisa via CNPq para a estudante. O Instituto Geológico (atual Instituto de Pesquisas Ambientais) é um IP centenário ligado à administração direta do Estado de São Paulo, que realiza pesquisas e serviços em Geociências em suporte à implementação das políticas públicas e instrumentos de gestão ambiental do Estado. A "experiência adquirida ao longo dos anos de pesquisa e de atuação prática na gestão de áreas de riscos, possibilitaram consolidar um grupo reconhecido na comunidade científica e junto às comunidades beneficiadas pelos trabalhos do IG" (NETO; VEDOVELLO, 2009). Esse reconhecimento na comunidade científica engendrou o Grupo de Pesquisa Gestão de risco e desastres relacionados a eventos naturais e auxiliou no pleito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC-EM), ambos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). As bolsas do PIBIC-EM são uma política pública do CNPq iniciada em 2010 e são pleiteadas e operacionalizadas pelo Instituto Geológico através de uma comissão que faz a seleção do pesquisador orientador e da Instituição Educacional e estudante bolsista.

- Escola Pública, Estudante bolsista e Professor/Pesquisador orientador

A escolha da Escola pública também é parte do método. "Estudos de localização de escolas exigem o conhecimento da distribuição geográfica da população. Essa distribuição é tipicamente anárquica, pois depende de padrões urbanísticos e condicionantes econômicos, culturais, políticos e topográficos reinantes em cada região" (PIZZOLATO et al, 2004, p.114). Ainda para Pizzolato (2004), o sistema mais utilizado pelo poder público é o modelo da p-mediana, que se baseia no critério de menor distância e supõe que os estudantes preferem a escola mais próxima de suas residências.

As escolas públicas têm a necessidade de atender toda a população e são construídas em maior quantidade e com maior distribuição geográfica, diferentemente das escolas particulares que estão em localidades centrais, para atender um público privilegiado (Figura 1).

> Estar localizada em uma determinada região e não em outra, em um determinado bairro dessa região e não em outro, atender a determinados grupos sociais e não a outros são fatores que influenciam enormemente a atuação da escola (as atividades que pode desenvolver, como vê potencialmente o público atendido e, assim, o que dele espera), a predisposição da população em relação ao trabalho da instituição (a proximidade com o modelo escolar, o valor atribuído à sua função social e o maior ou menor investimento nas atividades desenvolvidas e valorizadas por ela) e as possibilidades construídas durante a trajetória escolar dos estudantes (ALMEIDA, 2017, p.379)

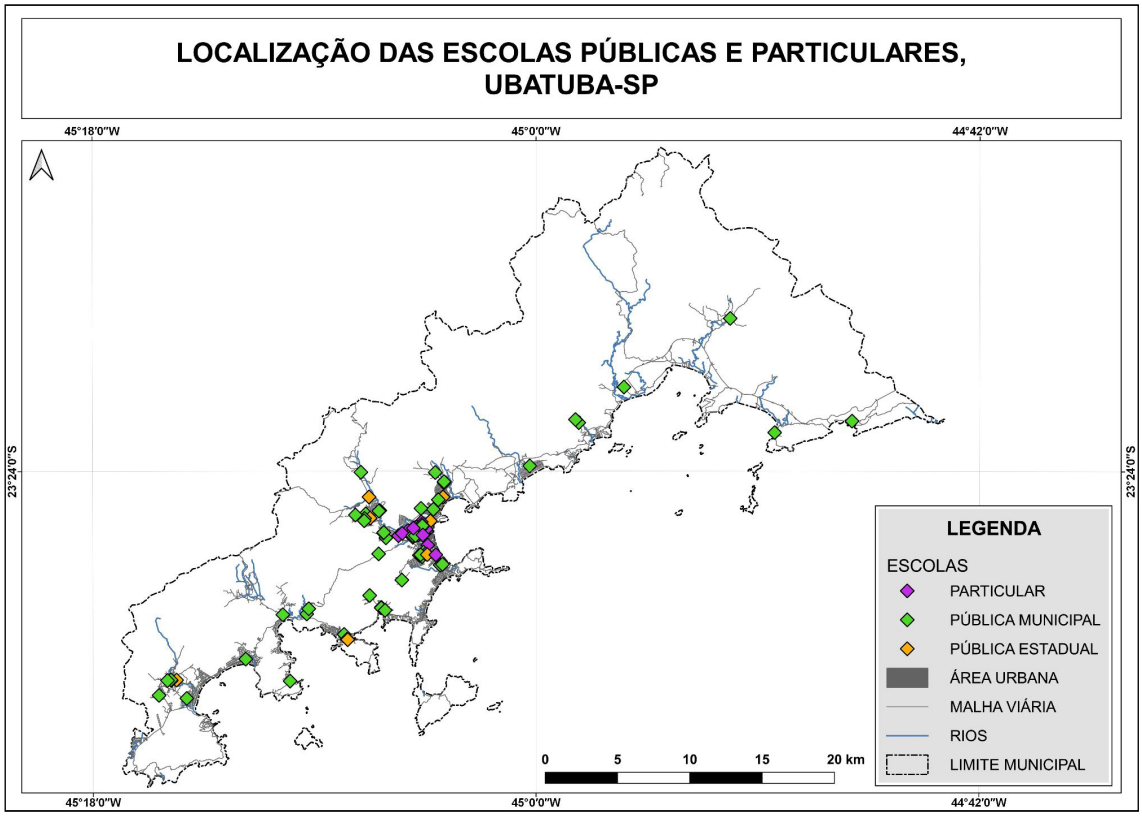


Figura 1. Mapa de localização das escolas públicas e particulares do município de Ubatuba - SP.

A parceria com escolas públicas que apresentam problemas de riscos ambientais (principalmente inundação costeira e escorregamentos de terra) nos remete a mais dois pontos do método. Primeiro é fundamental trabalhar com projetos de iniciação científica que revelam os problemas do território onde a escola está localizada. O segundo ponto, traz a possibilidade de encontrar estudantes bolsistas que vivem essa realidade de perto e podem estar dispostos a pesquisar na iniciação científica alternativas para essa problemática na escola e seu entorno.

O método também está calcado na parceria entre o pesquisador orientador do IP e o professor orientador da escola. A participação do pesquisador orientador do IP

define a temática do projeto, pois é essa linha de pesquisa trabalhada pelo mesmo. O orientador do IP tem uma função mais voltada ao campo técnico político. Tem conhecimento de técnicas, conceitos, metodologias, materiais, leis e funcionamento do sistema de defesa civil. Já a participação do professor orientador define como o projeto será abordado na escola, pois é o mesmo que está em contato com o estudante no dia a dia e é produtor do projeto pedagógico da escola. Não é necessário que o professor seja professor do bolsista, porém se assim o for, auxilia muito no desenvolvimento da iniciação científica. O orientador da escola tem uma função mais voltada ao campo político pedagógico. É óbvio que esses campos não são caixas fechadas. As constantes interações entre os orientadores e bolsistas é que criam ricas e variadas possibilidades de utilizar a iniciação científica junto com o currículo escolar. "Queremos ressaltar que a educação em ciências e tecnologia só é possível com a participação, lado a lado, de cientistas e educadores" (FERREIRA, 2010a, p.32). Tem-se aqui uma via de mão dupla onde a escola é influenciada pelo IP e o IP é influenciado pela escola. É de fundamental importância para ambos os orientadores que "fazer iniciação científica com estudantes do ensino médio não é o mesmo que realizá-la com estudantes de graduação" (FERREIRA, 2010b, p. 232). Para além da educação em ciência e tecnologia é necessário estar preocupado com a educação como formação de valores e comportamentos para a prática da cidadania (FERREIRA, 2010a).

- Corresponsabilidade

A escolha da bolsista deve atender a no mínimo dois critérios básicos. Estar no primeiro ano do ensino médio e ter desejo de realizar o trabalho. Se aparecerem mais candidatos do que vagas, outros critérios são definidos pela escola junto com professor orientador. Quando o projeto foi iniciado na EE Florentina M. Sanchez não tinha essa regra evidente, pois trabalhamos com estudantes de diversas séries do EM. Os estudantes entravam no projeto, em pouco tempo saíam da escola, e precisavam ser substituídos/as.

A forma de interação no projeto é realizada através da corresponsabilidade. Considera-se corresponsabilidade a criação de acordos para a realização das tarefas do projeto de forma que todos sejam responsáveis. Nas orientações realizadas é comum o estudante nunca ter ouvido falar em iniciação científica e em nossa prática percebe-se que é uma primeira experiência no chamado "mundo adulto". Nessa experiência as tarefas funcionam como um exercício de cidadania que são: desejo de participar da iniciação científica, ler edital, escrever o projeto, organizar documentos, criar e-mail, cadastrar currículo Lattes, se inscrever no PIBIC-EM, concorrer a aprovação do projeto, realizar saques em uma agência bancária de sua escolha, executar o projeto, conversar com a comunidade

escolar e do entorno, realizar encontros com defesa civil e outros estudantes, fazer relatório parcial e final e apresentar o projeto em eventos científicos. Essa corresponsabilidade auxilia na mudança de comportamento frente ao medo ou ansiedade antes, durante e depois da ocorrência de um desastre conforme apontam Merchant (2015) e Pfefferbaum, Pferfferbaum e Van Horn (2018), mas também frente ao medo ou ansiedade da vida cotidiana.

- Continuidade do projeto, 2 anos de bolsa seguidos

A escolha do/a bolsista no primeiro ano do ensino médio faz parte do método de trabalhar dois anos seguidos com a/o mesma/o bolsista/o. Percebeu-se que a primeira iniciação científica da/o estudante é uma ambientação acadêmica e o segundo ano da bolsa é onde existe um salto exponencial da qualidade da pesquisa em todos os aspectos. Além da continuidade da mesma/o bolsista ainda existe a regularidade do projeto como um todo, ou seja, uma criação de linha de pesquisa.

- Trabalhar coletivamente. Em grupo. Criação de redes

Parte importante do método é o trabalho coletivo e participação em redes de educação para RRD. A cada progresso do projeto escolas seguras vê-se a necessidade de mais participação da comunidade escolar e do entorno corroborando com a ideia de que a resiliência é algo que se alcança coletivamente, fruto do empoderamento e da criação de interdependência, solidariedade e ação (MORT; RODRÍGUEZ-GIRALT; DELICADO, 2020). O trabalho coletivo leva tempo para acontecer, pois existem muitos desejos envolvidos. Desse modo, o trabalho coletivo e a participação em redes como método traz a possibilidade de fomentar a participação da comunidade escolar na discussão a respeito da gestão de risco, de aproximar a produção científica do ambiente escolar com estudantes-pesquisadores e pode, também, subsidiar melhorias, resiliência, programas de adaptação do ambiente escolar e seu entorno, preservando bens materiais públicos e garantindo a segurança dos estudantes e toda comunidade escolar. A escola faz parte da Rede de Redução de Riscos e Desastres no Litoral Norte que foi formada no final do Curso de Educação para Redução de Riscos e Desastres realizado em 2019 no qual dois orientadores foram coordenadores. O outro orientador participou do curso e trabalha com a temática de RRD em suas práticas pedagógicas.

No último ano do projeto pensou-se em uma participação maior da comunidade. Para isso, chamamos ex-bolsistas para ajudar no projeto, fizemos oficinas na escola para divulgar o Plano de contingência para eventos de inundação que foi construído ao longo dos últimos quatro anos e organizamos

a semana de Educação para Redução de Riscos e Desastres (ERRD) para que todos/as da escola e órgãos de proteção e defesa civil participassem de um simulado de um evento de inundação que atingisse a escola. O método foi divulgar a semana de ERRD através de oficinas de teatro para toda a escola antes de junho de 2022. Durante a semana de ERRD foi realizado no primeiro dia palestras com órgãos institucionais explicando qual a função desses órgãos e o que é plano de contingência. No segundo dia a apresentação de palestra era de uma ex-bolsista e a bolsista atual explicando o Plano de Contingência confeccionado para a escola e como estava sendo elaborado o simulado para colocar em funcionamento o plano de contingência escolar. Além disso, os estudantes eram chamados a participar da preparação da escola para o grande acontecimento do simulado. Por fim, no último dia foi realizado o simulado com todo conhecimento adquirido nas oficinas durante o semestre e as palestras e atividades da semana de ERRD (Figura 2).

Figura 2. Parceiros/as no dia do simulado de evento de inundação na E.E. Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira. Reuniões com a Defesa Civil do Município de Ubatuba. Curso de ERRD para formação de professores onde se criou a Rede ERRD do Litoral Norte. E Símbolo da Rede ERRD elaborado por estudantes do Litoral Norte através de concurso.

• Escrita, utilização de recursos e fazer em conjunto com as/os estudantes

Uma das partes mais importantes do método é o que Hoffmann (2003) denominou avaliação mediadora. Para essa autora o processo avaliativo se constitui como tal, se ocorrerem os três tempos: observar, analisar e promover melhores oportunidades de aprendizagem. Nesse sentido a avaliação não está no final e sim durante todo o processo. A intenção do avaliador é conhecer, compreender, acolher os estudantes em suas diferenças e estratégias próprias de aprendizagem para planejar e ajustar ações pedagógicas favorecedoras a cada um e ao grupo como um todo (HOFFMANN, 2003). Dessa forma, o desafio do orientador/a é de iniciar a formação de pesquisadores a partir do ensino médio fazendo com que o/a bolsista aprenda e vivencie a prática científica (método científico) e todas as etapas da pesquisa que estão vinculadas a essa prática (Figura 3). Ao final de cada iniciação científica o/a bolsista também tem a oportunidade de fazer a avaliação dos orientadores e de como o projeto atingiu a sua vida. O respeito e a confiança mútua se formam nesse processo de desafios intelectuais permanentes e de relações afetivas equilibradas (HOFFMANN, 2003).

Figura 3. Exemplos de avaliação mediadora, ciência cidadã e ciência participativa onde realizamos a observação, análise e promovemos melhores oportunidades de aprendizagem juntamente com os estudantes bolsistas.

• Conhecimento produzido na escola e no Instituto de Pesquisa

Por fim tem-se um conhecimento produzido na própria escola. Não é uma simples transferência de conhecimento, mas sim a produção de conhecimento tendo o jovem estudante pesquisador/a como protagonista (Figura 4). Sua liderança na condução da iniciação científica em RRD incentivam o reconhecimento de seu potencial como agentes de mudança na escola e consequentemente em suas comunidades (BACK; CAMERON; TANNER, 2009). Essa produção de dados, informações e conhecimentos sobre território realizada pelo próprio estudante, por vezes nem os órgãos públicos possuem. Dessa forma, é de fundamental importância compartilhar esse conhecimento produzido com os gestores das políticas públicas (órgãos públicos), em especial neste caso, para a prevenção de riscos de desastres e aumento da resiliência da comunidade em estudo.

Figura 4. Atividade de interpretação visual de imagem de satélite com a bolsista (2019). Interação de estudantes com esboço do mapa de inundação do entorno da escola (2019). E 1ª mostra de resgate da cultura caiçara em 2014 com apresentação do projeto Escolas Seguras.

- Cronograma do projeto concatenado com calendário escolar

Para a obtenção de melhores resultados com os/as estudantes, é importante que o trabalho de iniciação científica respeite e esteja concatenado com o calendário escolar.

Resultados do Projeto

O projeto Escolas Seguras completou dez anos de progresso com o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica para Ensino Médio (PIBIC-EM) desenvolvido pelo Instituto Geológico - IG (atual Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA) em conjunto com as escolas públicas do Litoral Norte de São Paulo para criação de estratégias locais para aumento da resiliência frente aos desastres.

O desenvolvimento do projeto teve início a partir do 1º Simulado Estadual de Abandono Emergencial de Área Sujeita a Escorregamento de Terra ocorrido no Poço Fundo – Bairro do Sertão do Perequê-Mirim – Ubatuba-SP. Esse evento foi realizado no dia 22/09/2012, pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) com apoio do Instituto Geológico (IG), Prefeitura Municipal de Ubatuba e demais órgãos correlacionados, com a participação da comunidade local.

Entre os membros da comunidade estavam a professora de geografia e estudantes da Escola Estadual (E.E.) Prof.ª Florentina Martins Sanchez, localizada em área periférica do município. Posteriormente a essa atividade, surge a iniciativa do desenvolvimento do projeto, que manteve, até a presente data, uma parceria entre a instituição de pesquisa (Instituto Geológico - atual IPA) e professores de Geografia das escolas públicas onde foram realizadas as iniciações científicas com bolsa do CNPq.

Os dez anos do projeto Escolas Seguras desenvolvido pelo IG/IPA em conjunto com as escolas públicas do Litoral Norte formaram 16 bolsistas realizando iniciação científica, 2 orientadores por parte do Instituto de Pesquisa, 4 orientadores por parte das escolas e aproximadamente 16 trabalhos publicados. Além desses números, ainda temos algumas premiações e participações em diversos eventos científicos (Figura 5). Não é possível saber o destino de todos/as os/as bolsistas, porém sabe-se que alguns/as já entraram na universidade e inclusive já estão formados no nível superior.

Figura 5. Premiação no Seminário de Iniciação Científica do Instituto Geológico de 2015. Apresentação em encontro científico para pesquisadores e participantes do evento. E Premiações na Feira Brasileira de ciência e Engenharia 14 (2016) e 15 (2017).

Na primeira fase do projeto, que ocorreu durante 5 anos, a EE Prof.ª Florentina Martins Sanches recebeu 1 bolsa de iniciação científica por ano, e devido ao êxito do trabalho foi contemplada com mais uma bolsa anual. Ao todo participaram 08 estudantes bolsistas (OLIVATO; LEAL; FERREIRA, 2017), e três professores, sendo que a professora que deu início no projeto ficou 04 anos, só se desligou do projeto pois mudou de cidade e de trabalho. Os projetos foram desenvolvidos em duas linhas de pesquisa:

1) Análise de perigo de inundações e movimentos de massa em escolas do município de Ubatuba com base em Sistema de Informação Geográfica e interpretação de imagens. Utilizou-se basicamente programas livres para o cruzamento de dados técnicos e produção de mapas temáticos, além de trabalho de campo. Como resultado obteve-se o cadastro e espacialização de 79 escolas, elaboração de um banco de dados geográficos da área de interesse com a importação de material digital vetorial e matricial da área de estudo, e cálculo de índices de perigo de escorregamento e inundação;
2) Monitoramento em escala local de áreas de risco de escorregamento de terra, situadas nas comunidades do entorno da escola. A cada ano foi escolhida uma área de ocupação por moradias para a realização desse estudo, a saber, Morro do Funhanhado e bairro da Enseada (OLIVATO; LEAL; FERREIRA, 2017).

A divulgação dos resultados das pesquisas ocorreu em eventos promovidos pela escola em mostra pedagógica de final de ano e 1ª mostra de resgate da cultura caiçara. Ocorreram também por meio de cartazes e apresentações orais dos estudantes-pesquisadores. A parceria entre o IP e a escola serviu de mote para projetos disciplinares na aula de geografia (nos anos de 2012 a 2015), e multidisciplinar envolvendo sala de leitura, aulas de geografia e artista voluntário (no ano de 2015) com a produção de uma peça teatral temática intitulada - A lenda do bicho trovão (Figura 6). Ao longo dos projetos, teve-se a preocupação de valorizar e aproximar a liderança comunitária, que faz a medição pluviométrica preventiva à escorregamento de terra no bairro e defesa civil municipal, do ambiente escolar (Figura 7).

Figura 6. Peça teatral temática intitulada - A lenda do bicho trovão (2015). E apresentação de trabalhos no Palácio Bandeirantes onde se localiza a Defesa Civil Estadual de São Paulo (2016).

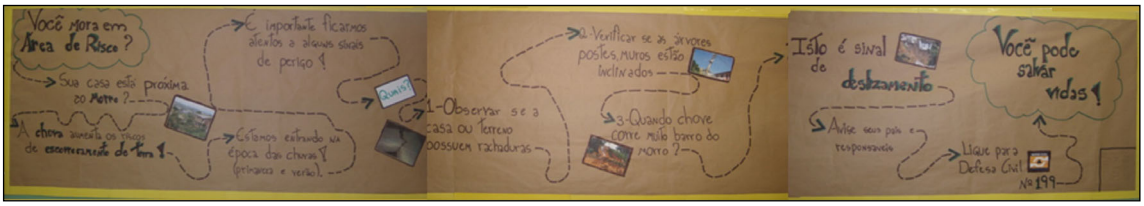


Figura 7. Cartaz com a temática de RRD produzido por estudantes da E. E. Prof.ª Florentina Martins Sanches em 2014.

A substituição da parceria para a EE Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira, se deu depois que estudos de localização das escolas de Ubatuba, identificaram essa mesma escola em área de risco de sofrer com inundações e alagamentos (JESUS; SANTOS; LEAL; OLIVATO, 2015; JESUS; FERREIRA; LEAL; SILVA, 2016; JESUS; LEAL; OLIVATO, 2016; JESUS; FERREIRA; LEAL; OLIVATO, 2017). No ano de 2017 em uma reunião da Câmara Técnica de Educação Ambiental do Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte apresentou-se os resultados das iniciações científicas onde mostrava que das 78 escolas de Ubatuba, 23 foram classificadas com perigo muito alto de inundação e nenhuma delas eram escolas particulares. Um professor de Geografia da EE Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira estava presente na reunião. No mesmo dia houve uma visita na escola e a constatação de que o programa de bolsas de iniciação científica Escolas Seguras deveria migrar para lá.

A EE Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira, fica situada entre os bairros do Lázaro e Saco da Ribeira, um importante território turístico na região centro-sul do município de Ubatuba-SP. Segundo relatos da comunidade escolar, nos últimos anos, é frequente a ocorrência de alagamentos e cheias do rio ao lado da escola. Cabe ressaltar que não somente a escola é alvo das cheias como também toda a vizinhança próxima, evidenciando uma falta de planejamento na ocupação do bairro. O período desses eventos está relacionado com o período de precipitações mais intensas de verão, correspondentes aos meses de dezembro a março (INMET, 2018).

O projeto partiu de trabalhos de percepção e monitoramento do risco em 2012 (Figura 8) (GUIRALDINI; LEAL; OLIVATO, 2014; CONCEIÇÃO; LEAL; OLIVATO, 2014, 2015; GUIMARÃES; FERREIRA; LEAL; SILVA, 2016; FERNANDES; LEAL; MENDES, 2017), passando por inventário de desastres, identificação de riscos (Figura 9) (JESUS; SANTOS; LEAL; OLIVATO, 2015; CAMARGO; LEAL; MAGNI, 2015; SOARES; FERREIRA; LEAL; OLIVEIRA, 2016; JESUS; FERREIRA; LEAL; SILVA, 2016; JESUS; LEAL; OLIVATO, 2016; JESUS; FERREIRA; LEAL; OLIVATO, 2017; RIBEIRO; LEAL; MENEZES, 2017; FERNANDES; LEAL, 2018; FIGUEIREDO; LEAL, 2019) e desde 2019

está avançando para planos de contingência escolar (PLACON-ESCOLAR) (SILVA; LEAL; CORDEIRO, 2019; SOUZA; LEAL; CORDEIRO, 2020; SOUZA; LEAL; CORDEIRO, 2021), utilizando-se de análise de riscos locais atualizadas, monitoramento e cenários de riscos, propostas de mitigação, alerta e alarme com mapa de plano de evacuação no ambiente escolar e seu entorno. “Embora tenham sido realizados alguns progressos em aumentar a resiliência e reduzir perdas e danos, uma redução substancial do risco de desastres exige perseverança e persistência, com foco mais explícito nas pessoas, em sua saúde e seus meios de subsistência, com acompanhamento regular” (ONU, 2015, p. 06).

Figura 8. Monitoramento do risco junto com atores da comunidade, bairros Funhanhado e Poço Fundo, em 2012.

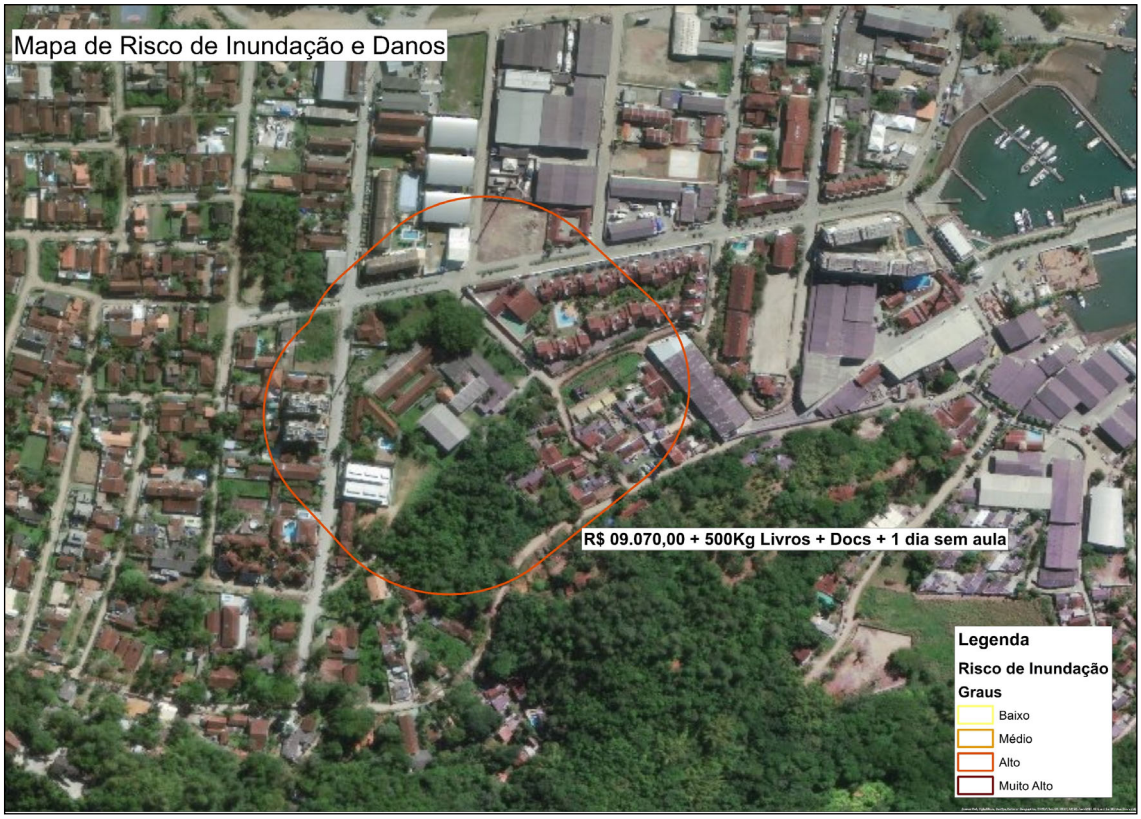


Figura 9. Mapa de risco de inundação e danos da E.E. Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira.

A estratégia de aumentar a resiliência da comunidade escolar e reduzir perdas e danos da E. E. Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira aos poucos tem criado uma cultura de prevenção e redução de risco de desastres. O projeto buscou desenvolver uma estratégia local para redução substancial dos riscos de desastres tendo como referência uma estratégia global, que são os dez passos essenciais para construir cidades resilientes (ONU, 2012). As fases I, II e III do projeto PLACON-ESCOLAR já avançaram nos seguintes passos que a ONU (2012) propõe: 1- Construção de alianças locais (organização e coordenação); 3- avaliações de risco para tomada de decisão - conheça seu risco; 5- proteção de serviços essenciais: educação e saúde; 7- Treinamento, Educação e sensibilização pública; 9- Preparação, Sistemas de alerta, alarme e resposta efetivos. A campanha mundial "Construindo Cidades Resilientes" é uma estratégia global baseada no "Marco de Sendai" (ONU, 2015) e "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS" (ONU, 2016) para fomentar estratégias locais de preparação e resiliência frente às catástrofes (Figuras 10 e 11).

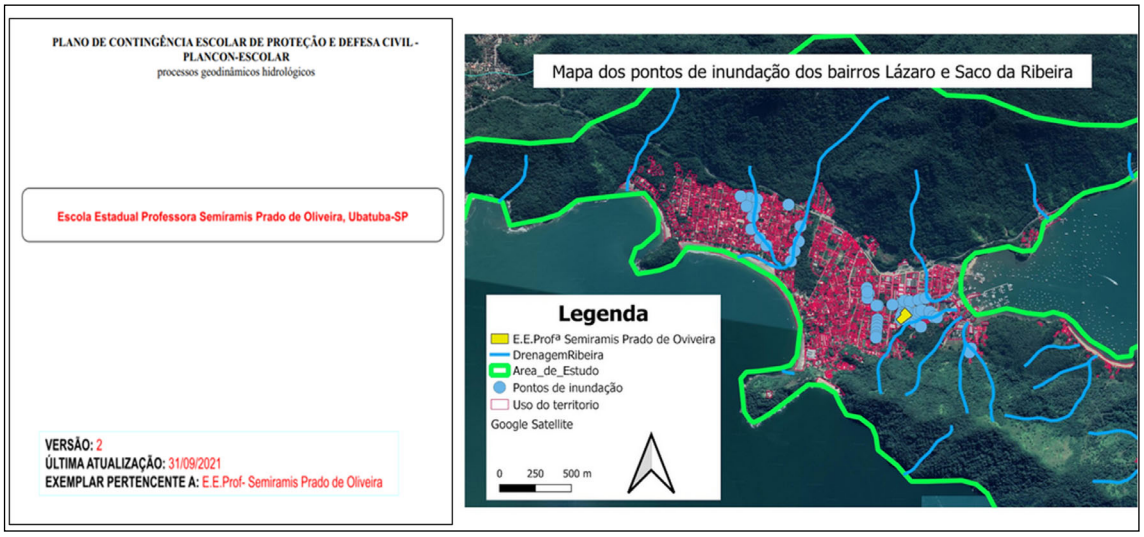


Figura 10. Capa do Plano de Contingência e mapa dos pontos de inundação e uso do território nos bairros do entorno da EE Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira.

Figura 11. Mapa do Plano de Evacuação da EE Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira, com destaque para a rota de fuga e os pontos de inundação no entorno da escola.

Em uma nova fase do projeto sentiu-se a necessidade de alteração do nome para “Comunidade Escolar Segura - instrumentos de prevenção e redução de riscos de desastres para eventos de inundação na escola pública (PLACON – ESCOLAR)”. Pois, com o avanço do trabalho, ficou nítido a necessidade de manter toda a comunidade escolar em segurança frente a eventos com capacidade de provocar desastres. A comunidade escolar como um todo é responsável pela devida execução do plano e sua atualização. É, também, o público-alvo do PLACON, fundamental para a mitigação de prejuízos, além de se preparar para aumentar sua capacidade de resiliência (Figura 12).

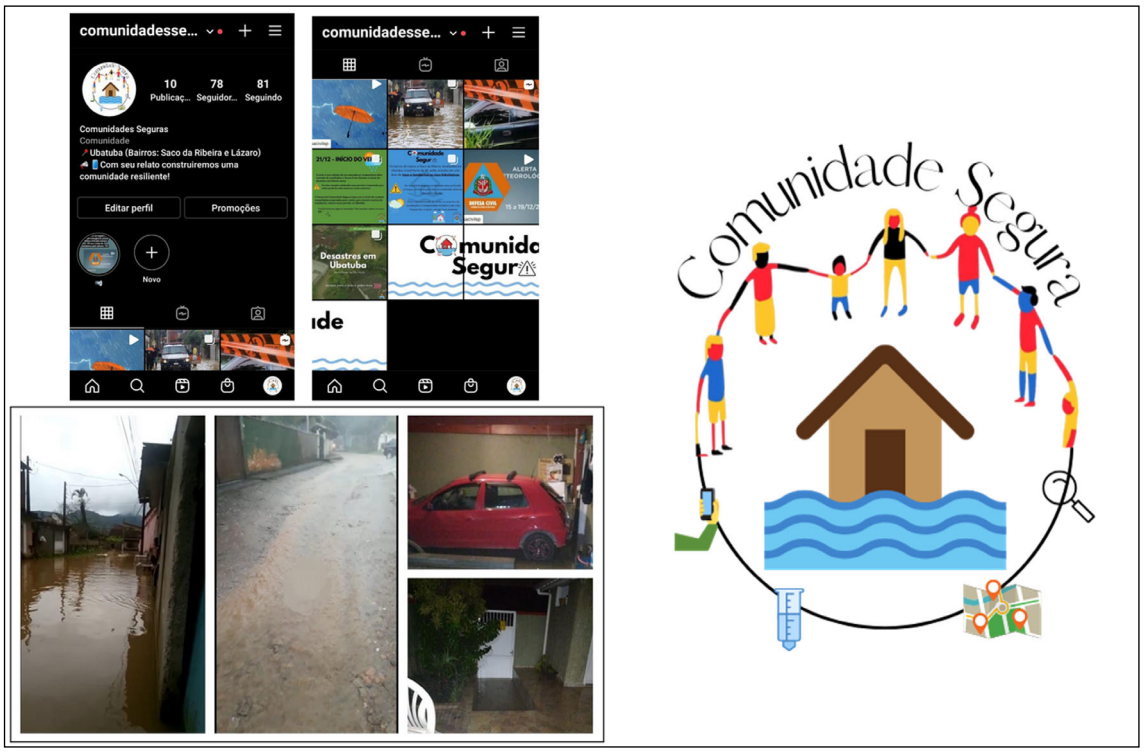


Figura 12. Perfil da conta do Instagram do "Comunidades Seguras". Logotipo Comunidade Segura, realizado por uma bolsista. Relatos de moradores enviados para o perfil do Instagram.

O desafio lançado nessa nova fase de buscar mecanismos para divulgar de forma eficiente o PLACON-ESCOLAR foi a realização de oficinas teatrais com o Coletivo Garoa como preparação para a Semana de Educação para Redução de Riscos e Desastres (ERRD), ambos aconteceram no espaço escolar. Durante a realização da Semana de ERRD foram chamados parceiros/as da rede de ERRD do Litoral Norte, Coletivo Garoa de Teatro, Órgãos de proteção e defesa civil como bombeiros, guardas municipais, defesa civil municipal e estadual, departamento de trânsito. Além dos órgãos institucionais, também foi convidada uma ex-bolsista para falar do PLACON-ESCOLAR. E, como organizadora do evento, e também, do simulado de um evento de inundação, estiveram à frente a estudante bolsista e os orientadores da bolsa. Os estudantes da escola participaram ativamente da organização do simulado gravando e tirando fotos do evento, produzindo e colando setas na parede para indicar rotas de fuga, fazendo indicações de áreas de inundação com canalizador de trânsito revestido de azul para representar a água da inundação e colando mapas do Plano de Evacuação nas suas salas de aula e em todos os corredores da escola. Foram realizados dois simulados no período da manhã e dois simulados no período da tarde. A primeira experiência era realizada com orientação dos órgãos de defesa civil do município e do estado e na segunda experiência os estudantes realizavam a simulação sozinhos. No período da manhã, os estudantes realizaram a primeira simulação em aproximadamente

cinco minutos e a segunda em dois minutos e dezoito segundos. No período da tarde, os estudantes realizaram a primeira simulação em aproximadamente sete minutos e a segunda em quatro minutos. Foi uma experiência marcante onde todos puderam experimentar fazer algo grande mobilizando mais de 300 pessoas por turno e de forma coletiva (Figura 13 e 14). É importante ressaltar que só foi possível a realização da simulação porque o plano de contingência e todas as outras fases do projeto foram também elaboradas de forma coletiva com base na pesquisa-ação-participativa, na ciência cidadã e em outras abordagens participativas.

Figura 13. Preparação durante a Semana de ERRD e realização da simulação de um evento de inundação na EE Profª. Semíramis Prado de Oliveira.

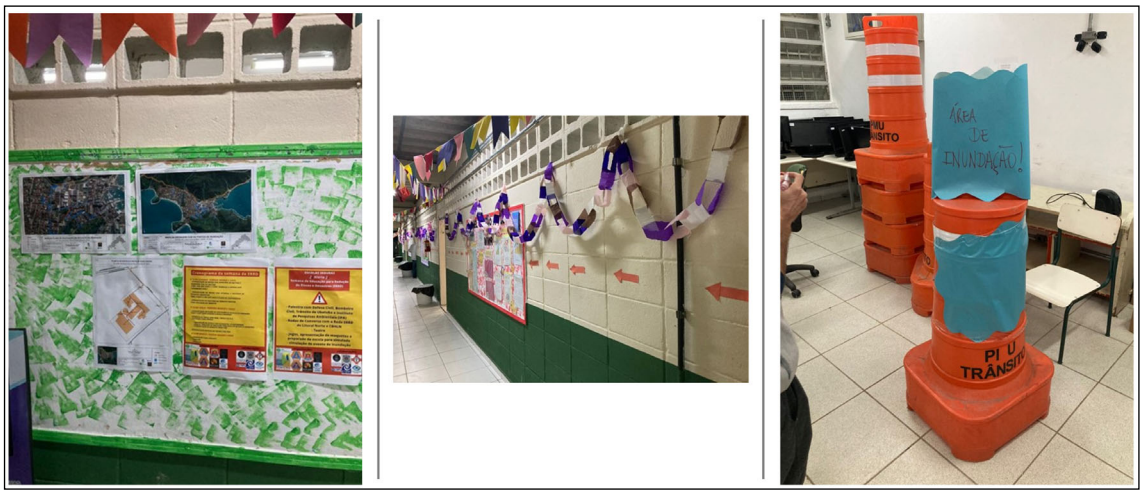


Figura 14. Sinalização dos pontos de inundação e das rotas de fuga para a simulação realizado pelos próprios estudantes e funcionários da EE Profª. Semíramis Prado de Oliveira.

Ao longo dos 10 anos de trabalho no projeto Escolas Seguras nessas instituições de ensino criou-se métodos e utilizou-se materiais para auxiliar as ações de orientação de iniciação científica como prática de cidadania com estudantes de escolas públicas para Redução de Risco de Desastres. Também houve ações de aproximação da

comunidade escolar com a comunidade do seu entorno e o estabelecimento de parcerias e participações em rede. Entende-se que os materiais e métodos utilizados podem criar mais possibilidades de projetos dessa natureza terem êxito.

Existem pelo menos dois tipos de êxito que a iniciação científica na educação básica pública pode ter. O primeiro é esse citado acima com métodos e produções científicas que podem auxiliar na elaboração de políticas públicas. Esse primeiro tipo de êxito já contempla o que está se chamando aqui de prática de cidadania. Porém, existe ainda uma segunda dimensão do êxito que é mais subjetivo e modifica a vida pessoal do/a próprio/a bolsista. A forma como ele/ela avalia sua passagem por essa experiência de realizar a iniciação científica com o método desenvolvido ao longo do tempo pelo projeto Escolas Seguras. Para finalizar a parte dos resultados e exemplificar o que se quer dizer, foram selecionadas avaliações feitas por bolsistas e professora orientadora transcritas a seguir:

> O projeto teve uma grande importância na minha vida, aprendi coisas que jamais esquecerei, e com certeza não aprenderia no ensino médio da escola pública. Os conhecimentos que adquiri com esse trabalho me ajudará e muito na minha vida universitária (BOLSISTA 01)
>
> Ontem foi o dia de encerramento do Ensino Médio para mim, para muitos, esse período é tido como maçante e provedor de certa improdutividade, infelizmente sei que a maioria (pelo menos no ensino público daqui) sente isso, mas por meio de cada um de vocês (e de outros professores também, mas principalmente vocês) esse período foi agregador e inigualável! Acho que o início de tudo isso foi por meio da professora Débora, que tentava mudar as aulas, criar um ambiente mais amigável e pacientemente tentava dar aula numa sala infernal (perdão pelo termo) (nesta época o projeto já estava em curso), até que surgiu a oportunidade de ingressar ao projeto (que foi apoiado pela Sol), no qual pude conhecer o Pedro e o Cláudio e entender o que era um trabalho de campo, usar programação para geografia, usar o Google Earth de modo mais útil, utilizar o velho SPRING e mexer no belo QGIS, participar de seminários, conseguir falar com PESSOAS desconhecidas, descobrir que o perigo e o risco são diferentes, conhecer cientistas de verdade e que não usam jaleco (eles podem usar dreads e/ou serem serenos), que a bananeira não é amiga de geólogos, que editar vídeos para a campanha #Aprenderparaprevinir e para a FEBRACE pode ser cansativo, que existem inúmeras Donas Maria por aí e todas as demais experiências vividas são de uma natureza tão singular que não quero imaginar como eu seria sem elas. Só quero agradecer vocês por tentarem transformar o ensino público, por incentivarem a

> ciência no ensino médio e por saírem da zona de conforto. Vocês me levaram para a margem do sistema (no bom sentido), onde posso ver a real importância da ciência, a relevância da geologia no cotidiano e ter contato com acadêmicos (isso foi muito importante). Perdão se este e-mail foi egocêntrico, mas vocês realmente mudaram muito minha visão da sociedade nestes dois anos e era necessário relembrar isso. Muito obrigado por tudo e bom fim de ano! (BOLSISTA 02).
>
> Nesse período de dois anos do projeto pude ter a oportunidade de ser orientada pelos melhores orientadores Pedro e Thiago e juntos concluímos as metas do projeto propostas durante esse período. Sem as orientações muitas das coisas realizadas até aqui não seriam possíveis, pois com elas eu pude eliminar minhas dúvidas e aprender sempre novos conceitos. Evolui significativamente meu modo olhar para o mundo, minha escrita, aprendi a criar mapas, a utilizar programas digitais como o QGIS, fazer participações em eventos científicos e tive minha primeira experiência em fazer um trabalho em campo. Tenho consciência que a oportunidade de participar de um projeto tão incrível é única e com conhecimentos que não aprenderia na escola, conhecimentos esses que eu irei levar para sempre comigo. (BOLSISTA 03)
>
> A parceria com o IP foi construída ao longo dos anos que atuei como docente de geografia na EE Prof.ª Florentina M. Sanchez e se estende até os dias atuais em ações e projetos com o Cemaden Educação (Cemaden/MCTI). Sou extremamente grata ao IP pelo compartilhamento de conhecimentos teóricos e práticos sobre RRD comigo e com meus ex-estudantes, pela convivência harmoniosa e de crescimento conjunto (PROFESSORA 01).

Discussões e Considerações finais

A necessidade de repensar o ensino público de qualidade no país é iminente. Sendo que alguns avanços por parte dos bolsistas, evidenciados nos resultados ao longo desses anos de projeto, como a utilização de programas de edição de texto, de planilhas e de criação de apresentações, deveria ser avanços possíveis a qualquer estudante da rede pública e não somente aos que tiveram a oportunidade de participar desse projeto. Esses resultados, destacados como importantes avanços na perspectiva do bolsista do projeto, demonstra infelizmente, um gigantesco atraso das condições e no formato do ensino-aprendizagem nas escolas públicas, escancara a ineficiência do modelo de escola atual para com os jovens de nossa sociedade em pleno século XXI. A partir desse contexto pode-se seguir com as próximas discussões.

Nesses 10 anos de projeto é possível evidenciar a importância e eficiência desse modelo de bolsa/projeto na construção do método científico e aproximação da pesquisa científica na educação básica pública. Pensar em modelos como este, mas que funcione de forma mais abrangente, é um dos desafios para as políticas públicas educacionais. Cabe ressaltar a importância das instituições públicas e do engajamento e insistência de funcionários públicos, como Pesquisadores e Professores, no desempenho ao longo dos anos do projeto. Utilizar mecanismos e incentivos, principalmente para professores de escolas públicas, produzirem trabalhos de pesquisa nas diversas áreas de conhecimento, pode propiciar uma nova cultura na educação básica e aproximar ainda mais os Institutos de Pesquisas e as Universidades das escolas.

Ao longo do tempo do projeto foi possível observar quatro pontos fundamentais para uma melhor eficiência com resultados mais sólidos, tanto para o projeto em si quanto para o estudante/bolsista e consequentemente sua comunidade. 1- O problema motivador do projeto de iniciação científica precisa fazer parte da realidade da escola (comunidade escolar), sendo assim o envolvimento do estudante/bolsista costuma ser maior quando ele vivencia o problema ou pelo menos parte dele. 2- O ideal é buscar estudantes nos anos iniciais do EM para que permaneçam por pelo menos dois anos, o primeiro ano é sempre adaptativo, considerando o contexto desconectado da escola pública com a pesquisa científica e a produção de conhecimento. No segundo ano, já adaptado aos desafios do projeto, o estudante/bolsista consegue entregar resultados melhores, ganha mais autonomia e protagonismo. 3- É fundamental ter um(a) professor(a) orientador(a) na escola, que trabalhe em parceria com a instituição de pesquisa e o estudante/bolsista. Sem isso o projeto tende a perder a eficiência e pode acabar sofrendo resistências em algumas ações propostas. 4- O apoio da gestão escolar é fundamental para um bom desenvolvimento do projeto, inclusive para inserir algumas possíveis ações no calendário escolar, fundamental para que a escola se organize em função de uma determinada ação proposta no projeto. Bem como o apoio do Instituto de Pesquisa (IG/IPA) e órgão de fomento à pesquisa (CNPq) que precisa reservar recursos para financiar o/a professor/a orientador/a e o/a bolsista, respectivamente.

Uma das mudanças mais evidentes na perspectiva do estudante/bolsista acontece na percepção do bairro, mais precisamente nos territórios que ele costuma conviver. É notável o aumento da percepção do risco, que muitas vezes já acontecia, mas que agora é consciente, visto de modo mais integrador, o bolsista percebe-se parte do problema e mesmo sem se dar conta, costuma ficar mais atento aos riscos. E isso traz sempre a possibilidade de pensar em soluções ou formas de se adaptar a esses riscos.

Ainda na perspectiva do estudante é possível destacar diversos avanços, como na evolução da escrita, no uso de softwares de planilhas e escrita digital, na publicação e apresentação de artigos em eventos científicos, na utilização

de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), compilação de banco de dados georrelacional e produção de mapas (Figura 15). O estudante cria uma nova perspectiva ao observar essa evolução pessoal.

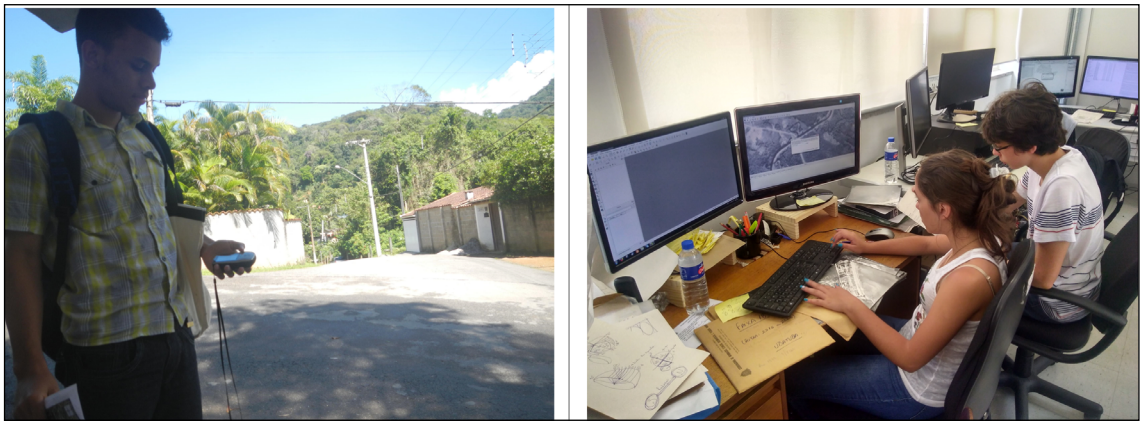


Figura 15. Estudantes Bolsistas utilizando GPS de navegação em trabalho de monitoramento de risco e georreferenciando fotografias aéreas em SIG para identificação de áreas de risco de desastres.

No projeto de iniciação científica sempre é avaliado onde o bolsista mora, com quem mora, se está tudo bem na vida dele, se tem computador em casa, qual a forma que gosta de ser chamado. Essa mediação inicial da vida do orientador com a vida da bolsista é um passo importante para o êxito do projeto. Existe uma outra mediação que é com os materiais didáticos e utilização de recursos técnicos. Nossa experiência mostra que o fazer em conjunto funciona muito bem. Fazer uma leitura de um texto. Abrir um programa de edição de texto ou planilha. Pesquisar conceitos na internet. Salvar arquivos na nuvem. Montar uma apresentação. Editar um vídeo. Sempre lembrando que o protagonismo é da bolsista e o orientador irá realizar a mediação. Todas as ações e compartilhamentos são realizados pelos/as estudantes. O fazer pedagógico é vivo. Os elementos da ação educativa (planejamento, proposta pedagógica) podem mudar a cada conversa e interação. Se há dificuldade na escrita paramos tudo e focamos nessa mediação. Se no meio da escrita aparece algum conceito ou incômodo, paramos a escrita e mediamos essa questão. Nossa grande preocupação é não criar uma barreira que impeça a aprendizagem da estudante. Por isso é tão importante observar para poder escutar o que a bolsista tem a dizer. Esse dizer pode ser falado de diversas formas, inclusive pelo silêncio. A segunda parte é analisar o que se escutou. A visão de dois orientadores é fundamental para um cobrir a lacuna do outro. Uma parte bem difícil é promover melhores oportunidades de aprendizagem. É necessário estar atento para não deixar passar oportunidades (Figura 16). Uma boa dica é sempre realizarem o começo das atividades em conjunto. Outra boa dica é sempre perguntar para o/a bolsista a opinião dele/a.

Figura 16. Utilização de tecnologias para registro áudio visual da Semana de ERRD e do Simulado de inundação que ocorreu na E. E. Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira.

É impressionante ver um jovem apresentando um trabalho para uma plateia de doutores e percebendo que sobre aquele assunto não tem ninguém que sabe mais que ele. Inicialmente pode até causar um certo problema na comunidade, pois melhorar a visibilidade das suas necessidades e aumentar suas habilidades analíticas (BACK; CAMERON; TANNER, 2009) pode conflitar com algumas práticas cotidianas. Um exemplo disso é quando um bolsista questionou seu pai sobre cortar o barranco e construir casas muito próximas ao corte. Outras indagações que surgem são porque não tem sistema de drenagem nas ruas. Porque construir tão próximo dos rios. O fato é que um jovem bolsista gerando conhecimento na escola do bairro onde ele mora faz com que aquele conhecimento fique naquele território enquanto esse estudante continuar morando lá. De fato, existe um respeito maior por parte dos professores e comunidade em geral com esses estudantes de iniciação científica. Assim como afirmaram Back, Cameron e Tanner (2009); Pfefferbaum; Pfefferbaum; Van Horn (2018) e Anagbogu, Nwokolo e Anyamene (2014), eles podem se proteger, e também às suas famílias, podem influenciar ações de outros e transformar o ambiente contribuindo para o desenvolvimento sustentável de suas comunidades (Figura 17).

Figura 17. Apresentação de ex-bolsista do plano de contingência para estudantes da E. E. Prof.ª Semíramis Prado de Oliveira em 2022 na Semana de ERRD. Apresentação em evento científico, Fórum de Educação Ambiental do Litoral Norte em 2015.

Para fortalecer ainda mais as ações educativas é importante participar do planejamento escolar no início do ano e fazer constar no calendário escolar alguma data para divulgação da iniciação científica em questão. Se possível escolher alguma data significativa. No nosso caso o dia 13 de outubro é o dia mundial de RRD no mundo. Porém, nosso projeto termina em agosto. Dessa forma optamos por fazer em junho. Como já salientamos: o fazer pedagógico é vivo.

Inicialmente nossa coletividade ficava restrita aos muros da escola e aos encontros científicos que participamos. Atualmente já recebemos relatos de moradores registrando os desastres que ocorrem no bairro e temos contato telefônico de alguns vizinhos da escola. Apresentamos nosso Plano de Contingência Escolar e realizamos a Semana de ERRD, onde houve muitas atividades sobre ERRD, entre as quais a preparação e realização de um simulado de evento de inundação na escola. Durante a organização desse simulado obtivemos um aumento significativo de parceiros. Essa rede de parceiros que ajudaram a organizar essa semana de ERRD são: Grêmio estudantil da escola, Rede de ERDD do Litoral Norte, Defesa Civil Municipal, Defesa Civil Estadual, Bombeiros Civis, departamento de trânsito de Ubatuba, Secretaria de Educação municipal de Ubatuba, Diretoria de Ensino de Caraguatatuba, Coletivo Garoa de Teatro, CBH-LN e CEMADEN Educação. Estamos na fase de fazer uma avaliação de como foi a Semana de ERRD e o simulado. Depois dessa avaliação, atualizar o Plano de Contingência escolar a partir desse olhar coletivo da experiência vivida. Mas já foi possível constatar a partir da vivência que o desafio de fazer com que toda a comunidade escolar entenda o risco de inundação e tenha claro o procedimento do que fazer, como se comportar e para onde ir caso tal situação venha a acontecer foi atingido. Essa semente foi plantada e será brotada nos solos cheios de água da EE Prof.ª Semíramis do Prado Oliveira.

O modelo de projeto descrito até aqui aproximou Institutos de Pesquisas da escola pública, possibilitou a produção de conhecimento em ambiente escolar e contribuiu, de forma significativa, para o crescimento da prática cidadã e intelectual dos estudantes/bolsistas e orientadores. O desenvolvimento ao longo de 10 anos do projeto também deixou claro que ainda há muitas possibilidades de trabalho a desenvolver, e que os ganhos são significativos, para as instituições públicas, as escolas, os estudantes, para a prática cidadã, para a ciência, para a Redução de Risco e Desastres, ou seja, para a sociedade.

Referências

ALMEIDA, Luana Costa. As desigualdades e o trabalho das escolas: problematizando a relação entre desempenho e localização socioespacial. **Revista Brasileira de Educação,** v. 22 n. 69 abr.-jun. 2017. 361-384p.

ANAGBOGU, Mercy Aku; NWOKOLO, Chinyelu; ANYAMENE, Ada – School children's perceptions of climate change and possible remediation. **Academic Research Journal of Psychology and Counselling**, Vol. 1, pp. 17-23, 2014.

BACK, Emma; CAMERON, Catherine; TANNER, Thomas – Children and Disaster Risk Reduction: Taking stock and moving forward. **Research report**: UNICEF, Children in a Changing Climate, Brighton: IDS, 2009. Disponível em: <https://eprints.soas.ac.uk/31405/>. acesso em 21 out 2021.

BOAL, Augusto. **Jogos para atores e não atores**. 9 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

BOAL, Augusto. **Teatro do oprimido e outras poéticas políticas**. 7 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

BORGES, Fabiana Ferreira; REGO, Nelson – Trabalhando com desastres naturais na disciplina de Geografia no Ensino Fundamental e Ensino Médio. **Ciência Geográfica** – Bauru – Vol. XX (1) – Janeiro/Dezembro de 2016. Disponível em: <https://agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXX_1/agb_xx1_versao_internet/Revista_AGB_dez2016-01.pdf>. Acesso em: 05 out 2021.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. **Lei 9394/1996**.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL-MEC/SEF – **Parâmetros Curriculares Nacionais** – História e Geografia. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: 128p., 1997b.

BRASIL-MEC/SEF – **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Meio Ambiente e Saúde. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: 128p., 1997a.

CALLAI, Helena Copetti – A Geografia e a escola: muda a geografia? Muda o ensino? **Terra Livre**, nº 16, p. 133-152, 2001.

CAMARGO, W. B.; LEAL, P. C. B. & MAGNI. Inventário de Eventos e Desastres Relacionados a Eventos Geodinâmicos no Litoral Norte do Estado de São Paulo. In: **Resumos 5º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2015**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Annabel Pérez Aguilar - São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2015. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2015/06/BoletimIG_20_Resumos_Seminario_Iniciacao_Cientifica.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

CECC – Coordinacion Educativa y Cultural Centroamericana e UNICEF – **Escuela Segura en territorio seguro**: reflexiones sobre el papel de la comunidad educativa en la gestión del riesgo, 2017. Disponível em: <https://centroderecursos.educarchile.cl/bitstream/handle/20.500.12246/545/escuela-segura.pdf?sequence=1>. Acesso em 28 set 2021.

CONCEIÇÃO, M. R. da; LEAL, P. C. & OLIVATO, D. Monitoramento da área de riscos no morro do Funhanhado - Ubatuba (SP): subsídios à educação e prevenção – Fase 2. In: **Resumos 5º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2015**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Annabel Pérez Aguilar - São Paulo – SP. – São Paulo:

IG/SIMA, 2015. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2015/06/BoletimIG_20_Resumos_Seminario_Iniciacao_Cientifica.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

CONCEIÇÃO, M. R. da; LEAL, P. C. & OLIVATO, D. Monitoramento da área de riscos no morro do Funhanhado - Ubatuba (SP): subsídios à educação e prevenção. In: **Resumos 4º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2014**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Annabel Pérez Aguilar - São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2014. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2014/10/RESUMOS_4_SIC-IG.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

FERNANDES, Kelly Cristina. **Teatro social dos afetos**. 2019. 291 f. Tese (Doutorado em Psicologia: Psicologia Social) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia: Psicologia Social, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

FERNANDES, V. S. LEAL, P.C.B. O uso de sig na caracterização de riscos geodinâmicos em escolas no município de Ubatuba/SP: fase 03 – continuação da caracterização da vulnerabilidade. In: **Resumos 8º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2018**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Claudia Luciana Varnier. ISSN: 2525.7722 (versão on-line). São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2018. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/2019/05/livro_pibic_2018_final_i.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

FERNANDES, V.S., LEAL, P.C.B., MENDES, E.D. MONITORAMENTO DA ÁREA DE RISCO NO POÇO FUNDO - UBATUBA (SP): SUBSÍDIOS À EDUCAÇÃO E PREVENÇÃO. In: **Resumos 7º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2017**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Claudia Luciana Varnier. ISSN: 2525.7722 (versão on-line). São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2018/02/RESUMOS_7-SIC-IG_2016.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

FERREIRA, Cristina Araripe. O Programa de Vocação Científica da Fundação Oswaldo Cruz: fundamentos, compromissos e desafios. In: **Juventude e iniciação científica**: políticas públicas para o ensino médio / Organização de Cristina Araripe Ferreira, Simone Ouvinha Peres, Cristiane Nogueira Braga e Maria Lúcia de Macedo Cardoso. - Rio de Janeiro: EPSJV, UFRJ, 2010a.

FERREIRA, Marcia Serra. Iniciação científica no ensino médio: reflexões a partir do campo do currículo. In: **Juventude e iniciação científica**: políticas públicas para o ensino médio / Organização de Cristina Araripe Ferreira, Simone Ouvinha Peres, Cristiane Nogueira Braga e Maria Lúcia de Macedo Cardoso. - Rio de Janeiro: EPSJV, UFRJ, 2010b.

FIGUEIREDO, L.S.; LEAL, P.C. Georreferenciamento do acervo digital de fotografias aéreas do Instituto Geológico (IG), fase II: Litoral Norte do estado de São Paulo e análise espaço-temporal da paisagem na comunidade Vila Nova

Esperança –São Paulo, SP. In: **Resumos 9º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2019**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Claudia Luciana Varnier. ISSN: 2525.7722 (versão on-line). São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2019. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/sites/233/2020/06/resumos_ig_9_sic-ig-2019.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

GORCZEVSKI, Clovis; MARTÍN, Nuria Belloso. **A necessária revisão do conceito de cidadania**: movimentos sociais e novos protagonistas na esfera pública democrática. [recurso eletrônico]. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2011. Disponível em: <www.unisc.br/edunisc>. Acesso em 25 jan 2022.

GUIMARÃES, M. V. de J., FERREIRA, C. J., LEAL, P. C. B., SILVA, C. H. L. da. Monitoramento do Risco de Escorregamentos no Sertão do Bairro da Enseada – Ubatuba (SP). In: **Resumos 6º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2016**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Annabel Pérez Aguilar - São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2016. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2016/06/RESUMOS_6_SIC-IG_2016.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

GUIRALDINI, M. G.;LEAL, P. C. & OLIVATO, D. Monitoramento da área de riscos no poço fundo-Ubatuba (SP): subsídios à educação e prevenção. In: **Resumos 4º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2014**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Annabel Pérez Aguilar - São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2014. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2014/10/RESUMOS_4_SIC-IG.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação Mediadora**: uma prática na construção da pré-escola à universidade. Porto Alegre: Editora Mediação, 1993. 20ª Edição revista, 2003.

JACOBI, Pedro. TOLEDO, Renata Ferraz de. GIATTI, Leandro Luiz (Organizadores). **Ciência Pós-normal**: ampliando o diálogo com a sociedade diante das crises ambientais contemporâneas [recurso eletrônico] - São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2019.

JALALI, Setareh; YARMOHAMMADIAN, Mohammad H. Education strategies for disaster risk reduction in school curriculum. **7th International Conference on Seismology & Earthquake Engineering**, 2015.

JESUS, M. S. de. FERREIRA, C. J. LEAL, P. C. B. SILVA, C. H. L. O uso de SIG na caracterização de riscos geodinâmicos em escolas do município de Ubatuba, SP. In: **Resumos 6º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2016**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Annabel Pérez Aguilar - São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2016. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2016/06/RESUMOS_6_SIC-IG_2016.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

JESUS, M. S.; FERREIRA,C. J.; LEAL, P. C. & OLIVATO, D. Uso do SIG no estudo de escolas seguras na prevenção de perigo de inundação, no município de Ubatuba-SP - fase 02. In: **Resumo da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia**

15 - FEBRACE 2017. Org. por R. D. Lopes, I.K. Ficheman, E. Saggio – ISBN 9788586686924. São Paulo: EPUSP, 2017. Página 75.

JESUS, M. S.; LEAL, P. C.; OLIVATO, D. Uso do SIG no estudo de escolas seguras na prevenção de perigo de escorregamento de terra, no município de Ubatuba- SP. In: **Resumo da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia 14 - FEBRACE 2016**. Org. por R. D. Lopes, I.K. Ficheman, E. Saggio – ISBN 978-85-86686-87-0. São Paulo: EPUSP, 2016. Página 66.

JESUS, M. S.; SANTOS R.; LEAL, P. C. & OLIVATO, D. Uso de SIG na caracterização de riscos geodinâmicos em escolas do município de Ubatuba – SP. In: **Resumos 5º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2015**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Annabel Pérez Aguilar - São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2015. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2015/06/BoletimIG_20_Resumos_Seminario_Iniciacao_Cientifica.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

KRENAK, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Editora: Companhia das Letras, 2019.

MERCHANT, Ashley. **Children and Disaster Education**: An Analysis of Disaster Risk Reduction within the School Curricula of Oregon, Texas, and the Philippines. Concordia University – Portland. MA IDS Thesis Projects. 26. 2015.

MORT, Maggie; RODRÍGUEZ-GIRALT, Israel; DELICADO, Ana. **Children and young people's participation in disaster risk reduction**: Agency and resilience. Policy Press, 2020.

NETO, Francisco Graziano. VEDOVELLO. Apresentação. In: BROLLO, Maria José: organização. **O Instituto Geológico na Prevenção de Desastres Naturais** – São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 100 p.

OLIVATO, LEAL e FERREIRA, Análise e monitoramento de risco de desastres ambientais em projetos de iniciação científica no ensino médio: o caso de uma escola pública paulista. **Anais do IV Congresso Internacional de Riscos**. Coimbra. Portugal. 2017. p 142.

ONU BRASIL. **Objetivo 13** - Ação Contra a Mudança Global do Clima. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=13>. Acesso em: 14/03/2022.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2016. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>.

ONU, Distr.: General 21 October 2015 Seventieth session Agenda items 15 and 116 15-16301 (E) *1516301* Please recycle resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 [without reference to a Main Committee (A/70/L.1)] 70/1. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development.

PANZERI, Carla et al. Campanha #aprenderparaprevenir: inspirações para reduzir riscos de desastres. Org .Lourenço Magnoni Júnior et. al. **Redução de Riscos de desastres no meio rural e urbano**. Vol 2. Centro Paula Souza. 2020. p. 10-26.

PARIZZI, Maria Giovana. Desastres Naturais e Induzidos e o Risco Urbano. In: **Geonomos** - v.22, n.1 (2014). DOI: https://doi.org/10.18285/geonomos.v22i1.288. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11705/8445>. Acesso em: 02/09/2022.

PFEFFERBAUM, Betty; PFEFFERBAUM, Rose L.; VAN HORN, Richard L. Involving children in disaster risk reduction: the importance of participation, **European Journal of Psychotraumatology**, 9:sup2, 1425577, DOI: 10.1080/20008198.2018.1425577, 2018.

PIZZOLATO, Nélio Domingues. BARROS, Ana Gláucia. BARCELOS, Fabrício Broseghini. CANEN, Alberto Gabbay. Localização de escolas públicas: síntese de algumas linhas de experiências no brasil. **Pesquisa Operacional**, v.24, n.1, p.111-131, Janeiro a Abril de 2004. 111 – 131p.

RECONECTTA. **Escolas pelo Clima** - Educação e Ação Climática. Disponível em: <https://www.reconectta.com/escolaspeloclima>. Acesso em: 30/06/2022.

REZENDE FILHO, Cyro de Barros; CÂMARA NETO, Isnard de Albuquerque. A evolução do conceito de cidadania. **Revista de Ciências Humanas da UNITAU**, v. 7, n. 2, 2001.

RIBEIRO, J.S.E. LEAL, P.C.B. MENEZES, D.S. O uso de sig na caracterização de riscos geodinâmicos em escolas do município de ubatuba, sp. In: **Resumos 7º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2017**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Claudia Luciana Varnier. ISSN: 2525.7722 (versão on-line). São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2018/02/RESUMOS_7-SIC-IG_2016.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

RYAN, Meagan T.; ROHRBECK, Cynthia A.; WIRTZ, Philip W. The importance of self-efficacy in parental emergency preparedness: a moderated mediation model. **Disaster medicine and public health preparedness**, v. 12, n. 3, p. 345-351, 2018.

SANTOS, Milton. SOUZA, Maria Adélia A. de. SILVEIRA, Maria Laura (orgs). **Território** - globalização e fragmentação. Editora HUCITEC. 4ª edição. São Paulo, Brasil. 1994.

SÃO PAULO – SEDUC – **Currículo Paulista**, 2019. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>. Acesso em: 20 set 2021.

SAUSEN, Tania Maria. Desastre Zero-Mapa de risco em sala de aula com o auxílio do Google Earth. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.22.47.51/doc/p0148.pdf>. Acesso em: 30/06/2022.

SELBY, David; KAGAWA, Fumiyo. **Redução do risco de desastres nos currículos escolares**. Estudos de casos de trinta países. UNESCO/UNICEF, 2012. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220517>. Acesso em 20 set 2021.

SHAH, Ashfaq Ahmad et al. Looking through the Lens of schools: Children perception, knowledge, and preparedness of flood disaster risk management in Pakistan. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 50, p. 101907, 2020.

SILVA, A. L. G. da; LEAL, P. C. B.; CORDEIRO, T. L. Escola segura - plano de contingência para eventos de inundação na escola pública. In: **Resumos 9º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2019**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Claudia Luciana Varnier. ISSN: 2525.7722 (versão on-line). São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2019. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/sites/233/2020/06/resumos_ig_9_sic-ig-2019.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

SOARES, Y. FERREIRA, C. J. LEAL, P. C. B. OLIVEIRA, S.M. Inventário de desastres relacionados a eventos geodinâmicos no litoral norte do estado de são paulo. In: **Resumos 6º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2016**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Annabel Pérez Aguilar - São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2016. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2016/06/RESUMOS_6_SIC-IG_2016.pdf>. Acesso em: 09/08/2022.

SOUZA, R. C. ; LEAL, P. C. B.; CORDEIRO, T. L. Escola segura - plano de contingência para eventos de inundação na escola pública - fase 3. In: **Resumos 1º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IPA 2021**; org. por Coordenadora PIBIC-IPA – Claudia Luciana Varnier. ISSN: 2525.7722 (versão on-line). São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2021.

SOUZA, R. C.; LEAL, P. C. B.; CORDEIRO, T. L. Escola segura - plano de contingência para eventos de inundação na escola pública - fase 2. In: **Resumos 10º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2020**; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Claudia Luciana Varnier. ISSN: 2525.7722 (versão on-line). São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA, 2020. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/sites/233/2021/05/caderno_resumos_10o_sic_ig_2020.pdf>.

TATEBE, Jennifer; MUTCH, Carol. Perspectives on education, children and young people in disaster risk reduction. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 14, p. 108-114, 2015.

TRAJBER, Rachel ; OLIVATO,Débora. A escola e a comunidade: ciência cidadã e tecnologias digitais na prevenção de desastres. (Org) Victor Marchezini, Ben Wisner, Luciana Lounde, Silvia Saito. **Redução de vulnerabilidade a desastres: do conhecimento à ação**. Rima Editora. 2016. p. 531-550.

UNICEF/ ONU et al. **Escuela segura en territorio seguro**. Disponível em: <http://www.eird.org/publicaciones/escuela-segura.pdf>. 2008.

UN-ISRD. **Disaster risk reduction begins at school**..2006-2007 World Disaster Reduction Campaign, UNESCO, 2007.

GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES NO ARQUIPÉLAGO DO BAILIQUE, FOZ DO RIO AMAZONAS, AMAPÁ, BRASIL

DISASTER RISK MANAGEMENT IN THE ARCHIPELAGO OF BAILIQUE, MOUTH OF THE AMAZON RIVER, AMAPÁ, BRAZIL

Orleno Marques da Silva Junior[1]
Claudio Fabian Szlafsztein[2]
Maxwell Moreira Baia[3]

Introdução

O risco é a probabilidade que um evento, esperado ou não, se torne realidade (PELLETIER, 2007). Ele é o resultado da interação entre as ameaças e vulnerabilidades, sendo categorizados como riscos de origem natural, tecnológico, econômico, social e ambiental (OLIVEIRA; ROBAINA, 2004; ZÊZERE et al., 2005; PESCAROLI; ALEXANDER, 2018; RAYMOND et al., 2020; LINHARES et al., 2021). As discussões sobre percepção, análise e gestão do risco se acentuaram com as transformações advindas da industrialização, urbanização e os avanços tecnológicos, em correlação com ocorrências de desastres, associadas com perdas e danos ambientais às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas.

A ocorrência e a magnitude dos danos dependem das condições de vulnerabilidade e de capacidade de resiliência das áreas atingidas que estão, direta e indiretamente, associadas às suas condições sociais, econômicas, políticas, ambientais, climáticas, geográficas e sanitárias (FREITAS et al., 2012a; 2014b; NOY; YONSON, 2018; SKONDRAS et al., 2020; VÁZQUEZ-GONZÁLEZ et al., 2021). A vulnerabilidade e a resiliência consideram múltiplos fatores (nível de exposição, capacidade de resposta, reestruturação, dentre outros) que interagem e contribuem tanto para ampliá-las quanto para reduzi-las (SILVA et al., 2019).

No Brasil, os desastres naturais estão mais relacionados a fenômenos climáticos e são potencializados pela ação e exposição do Homem (CEPED, 2013). Entre os mais frequentes estão a estiagem e seca, enxurrada e alagamentos, inundação, granizo, ciclones e vendavais, tornado, geada, incêndio florestal, movimento de massa, erosão linear, erosão fluvial e marinha.

1 Doutor em Planejamento Ambiental. Pesquisador do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - GERCO/IEPA. ORCID:https://orcid.org/0000-0002-1173-1429. E-mail: orleno@ppe.ufrj.br.
2 Doutor em Ciências Naturais. Professor da Universidade Federal do Pará – UFPA. ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2855-2056. E-mail: ioselesz@gmail.com.
3 Mestrando em Geografia. Universidade Federal do Amapá. PPGEO/UNIFAP. ORCID:https://orcid.org/0000-0001-8000-5634. E-mail: maxwmoreirabaia.mmb@gmail.com.

Na Amazônia e no estado do Amapá, as ameaças e eventos naturais que podem desencadear riscos estão ligados predominantemente à dinâmica fluvial, em particular enchentes, secas e erosão linear (SZLAFSZTEIN, 2003, 2007, 2008; SILVA JUNIOR; SZLAFSZTEIN, 2010; SILVA JUNIOR et al., 2020).

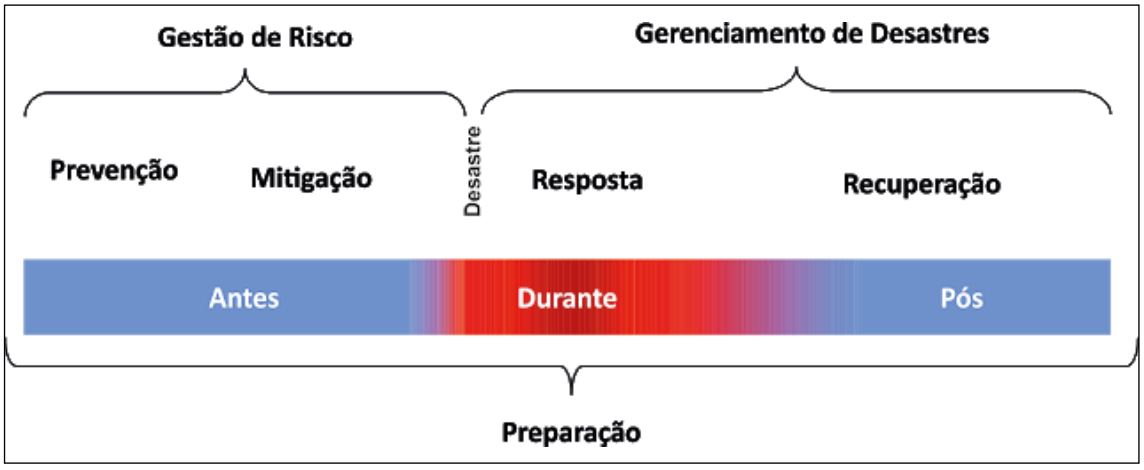
Conhecer os riscos, particularmente as ameaças e as vulnerabilidades que os desencadeiam, é o primeiro passo para se propor medidas de gestão (CIUREAM et al., 2013; MIGUEZ et al., 2017). Porém, deve haver um interesse do poder público em fazer a gestão desses riscos e agir não somente quando há situações de emergência. A gestão deve se antecipar ao momento de calamidade.

Nesse contexto, o presente artigo identifica e descreve os principais riscos que ocorrem no arquipélago do Bailique no estado do Amapá, e analisa a sua gestão.

Gestão e Avaliação de Riscos

Durante muito tempo a prioridade dos governos foi investir na recuperação de locais atingidos por desastres, focando na resposta, com pouco ou nenhum investimento na prevenção, preparação e mitigação. Entretanto, para minimizar o risco devem reduzir as ameaças, as vulnerabilidades ou ambas.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, estabelece que a gestão de desastres compreende cinco ações distintas e interrelacionadas: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. A política trabalha com estágios de atuação, antes, durante e depois, podendo ser reorganizada em três etapas: gestão, gerenciamento e preparação (Figura 1).



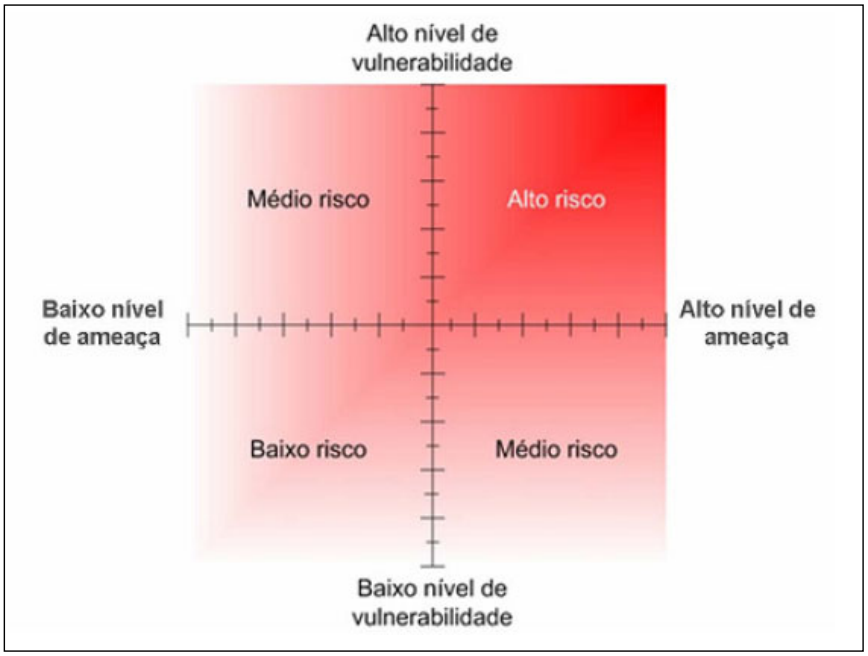
Fonte: Defesa Civil (2012).

Figura 1. Etapas de Gestão de Riscos de Desastres.

A gestão de risco destaca as ações de identificação e avaliação dos riscos existentes, de diminuição da probabilidade e da intensidade da ameaça, e de redução das vulnerabilidades e do fortalecimento da capacidade de enfrentamento dos riscos (MIGUEZ et al., 2017).

Para identificar as condições de riscos de uma localidade consideram-se os aspectos particulares, com características intrínsecas, que não se repetem da mesma forma nos diferentes lugares uma vez que diferentes sistemas apresentam capacidades únicas para lidar com perturbações ou condições de estresse e isso influencia, e é influenciado, por situações de risco (TURNER et al., 2003; CIUREAM et al., 2013).

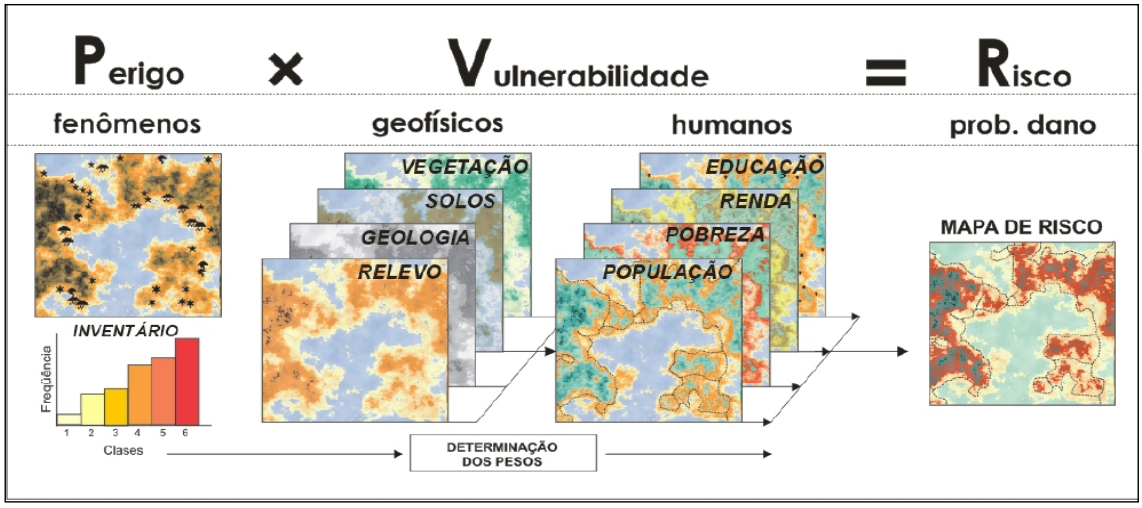
A avaliação identifica os desastres potenciais de maior prevalência e caracteriza os mesmos segundo a sua importância, em função da probabilidade de ocorrência e da estimativa dos danos previsíveis, caso o desastre se concretize. A avaliação se desenvolve por intermédio das análises das variáveis ameaça e vulnerabilidade, e da síntese conclusiva sobre a estimativa de riscos. Dagnino e Carpi Júnior (2007) apresentam a ideia que a intensidade do risco (alto, médio e baixo) depende fundamentalmente da combinação entre os níveis de ameaça e de vulnerabilidade (Figura 2). Nesta figura, percebe-se que o risco está sempre presente em todos os quadrantes do gráfico, mesmo que os níveis de vulnerabilidade e de ameaça sejam baixos. No entanto, vai aumentando à medida que o nível das outras variáveis vai crescendo.



Fonte: Dagnino e Carpi Júnior (2007).

Figura 2. Relação entre níveis de ameaça e de vulnerabilidade na determinação de intensidade de riscos.

Peduzzi et al. (2001) e Rebelo (2003) quantificam o risco, utilizando a multiplicação de valores representativos dos graus de ameaça e de vulnerabilidade (R=A.V). Outros autores (UNDP, 2004; DILLEY *et al.*, 2005 e CARDONA, 2005) usam as mesmas variáveis, porém somando-as como forma de quantificar os riscos. A quantificação dos riscos para Marcelino (2007) inclui a análise da ameaça, relacionada com o perigo, assim como a vulnerabilidade que está atrelada com as características físicas do ambiente (ex. vegetação, solos, geologia e relevo) e da construída pela sociedade (ex. educação renda, pobreza e população) (Figura 3).



Fonte: Marcelino (2007).

Figura 3. Parâmetros que envolvem uma análise de risco.

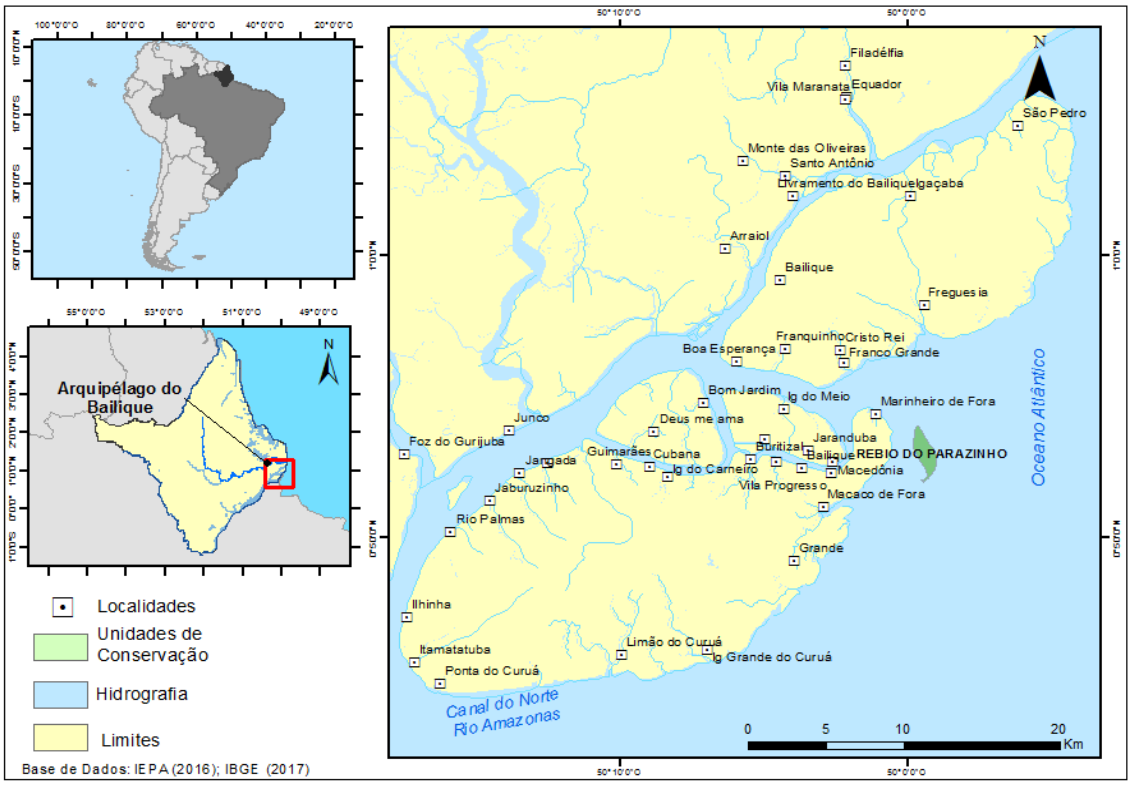
Com base em todas as informações sobre os riscos obtidas através das atividades de identificação das ameaças, da vulnerabilidade e dos riscos, faz-se necessário a etapa subsequente. Esta objetiva que os riscos e seus fatores sejam monitorados e analisados criticamente para manter uma visão geral dos riscos e um alinhamento contínuo da gestão de riscos com os objetivos das políticas públicas de desenvolvimento, planejamento e ordenamento territorial.

Materiais e métodos

Áreas de estudo

O Arquipélago do Bailique (distrito do município de Macapá, estado do Amapá) está localizado na foz do Rio Amazonas e dista cerca de 150 km da sede Macapá (Figura 4). O acesso é preferencialmente por via fluvial (Canal do Norte e Rio Araguari). Com destaque para as ilhas de Curuá, dos Marinheiros, Faustino, Brigue, Franco, Bailique e a do Parazinho, que abriga a unidade de

conservação Reserva Biológica de Parazinho, sob a gestão da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amapá (IEPA, 2018).



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Figura 4. Localização da Área Estudo.

Segundo dados Censo Demográfico 2010 do IBGE, a população do Arquipélago do Bailique é de 7.618 habitantes, apresentando em 2020 população estimada de aproximadamente 10 mil moradores distribuídos em 52 comunidades situadas em várias ilhas que formam o arquipélago (IBGE, 2020). A população é composta em sua maioria por pessoas de baixa renda e escolaridade. A economia do arquipélago é baseada na pesca, extrativismo do açaí e pecuária (SILVA JUNIOR et al., 2020).

De acordo com o Macrodiagnóstico IEPA (2008), a área é de natureza inundável em função dos regimes de marés e de precipitação pluviométrica a qual está submetida. A ilha está inserida no conjunto de formação geológica recente do Quaternário (SANTOS et al., 2004).

Fisionomicamente, esses ambientes se diferenciam dos marcadamente fluviomarinhos, pela extensão de suas florestas de várzea que chegam a formar grandes bosques ao longo das margens ribeirinhas. Sua condição ambiental também é regulada pela periodicidade de marés nos trechos sob a influência direta de cursos fluviais e pela pluviosidade sazonal nas áreas deprimidas interiores, as quais funcionam como bacias de acumulação temporária (SILVEIRA; SANTOS, 2002).

Vale ressaltar que o Distrito do Bailique está localizado numa região de Floresta de Várzea Associada a Siriubais (*Avicennia germinans*). São áreas com sedimentos silticos-argilosos depositados nas margens dos rios e igarapés, em terrenos temporariamente ou permanentemente alagáveis (IEPA, 2006).

De acordo com Santos et al. (2004), a área de estudo está inserida na região morfoestrutural Planície Costeira do Sul do Amapá, tendo como unidades geomorfológicas a Planície Flúvio-Estuarina e os Terraços do rio Amazonas, que geralmente são expostos durante a baixa-mar, e extensas planícies de marés. As correntes de maré e as fluviais são as maiores agentes morfológicos na área.

Metodologia

Para a análise das mudanças na morfologia do terreno foram utilizadas imagens dos sensores Landsat 5 e 8 com 30 metros de resolução espacial (orbita do ponto 225/059) dos anos 2010 e 2020, disponíveis no Serviço Geológico dos Estados Unidos. As imagens foram processadas em função da necessidade de correção atmosférica com a subtração do pixel escuro, geométrica. Os mapas foram construídos usando o software Q GIS 3.10.

Quanto aos dados de salinidade, o Instituto de Pesquisas Cientificas e Tecnológicas do Amapá (IEPA) iniciou em 2021 o monitoramento sazonal da qualidade de água com foco na qualificação da salinidade em 4 períodos do ano.

Uma variável importante considerada na medição é o regime de marés cuja amplitude no local pode variar de 4 a 6 metros (macro marés). Como a altura da maré irá influenciar nos dados de salinidade, as amostragens começaram a ser realizadas após duas horas do início da maré enchente, de modo que acompanhasse a entrada da maré no estuário.

A água é considerada doce se possui salinidade até 0,5 partes por mil (%o), de 0,5-30 é considerada salobra e acima de 30 partes por mil, salgada. De acordo com a Resolução n°357 (CONAMA 2005), a salinidade dos corpos aquáticos é classificada de acordo com o teor de sal presentes na amostra de água (Tabela 1).

.

Tabela 1. Teor de sal presente na amostra de água.

Água	Salinidade
Doces	igual ou inferior a 0,5‰ (parte por mil)
Salobras	igual ou inferior a 0,5 e 30‰
Salinas	igual ou superior a 30‰

Fonte: CONAMA (2005).

Outros parâmetros analisados são pH, condutividade, temperatura e turbidez da água, medidos com Sonda Multiparâmetro AP 800, porém para esse texto, serão mostrados apenas os dados de salinidade.

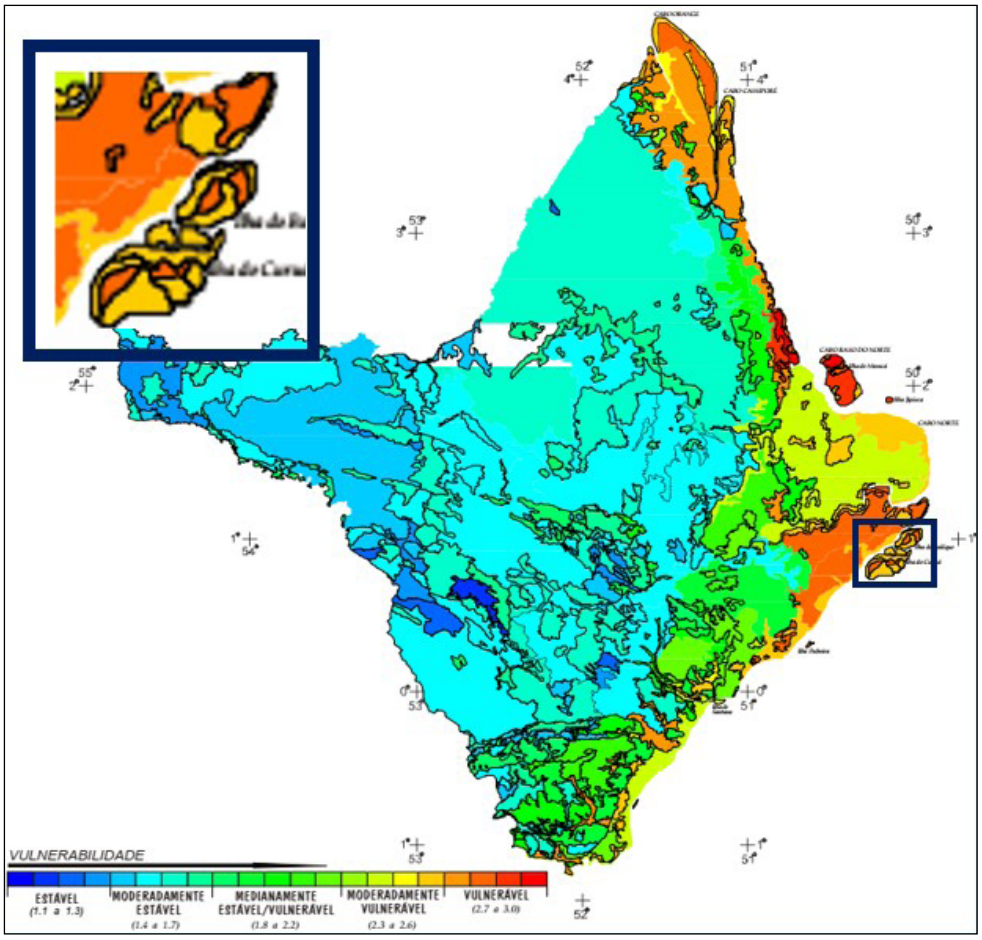
Resultados e Discussões

O IEPA monitora há cerca de 20 anos os intensos processos erosivos no estado, com destaque para estudos no Arquipélago do Bailique (SILVEIRA e SANTOS, 2002; SILVA, 2010; COSTA et al., 2017; TORRES et al., 2017; TORRES et al., 2019; SILVA JUNIOR et al., 2020). Silveira e Santos (2002) já citava a preocupação com construções no arquipélago do Bailique. Ainda segundo essas pesquisadoras, a distribuição dos depósitos de sedimentos recentes no arquipélago mostra que os mesmos correspondem a atual linha de costa da região, estando a sua borda externa constantemente sob pressão dos processos costeiros, assim, qualquer obra de engenharia na região sem o conhecimento prévio do funcionamento dos processos costeiros deve ser evitada.

A susceptibilidade natural à erosão do solo constitui um indicador da capacidade de sustentação natural e, portanto, um instrumento de previsão a possíveis riscos. Sua avaliação envolve a análise integrada da dinâmica natural, a partir de estudos geológicos (grau de coesão das rochas e história da evolução do ambiente geológico), geomorfológicos (análise morfométrica), do solo (grau de desenvolvimento do solo) e da vegetação (estrutura e densidade). Conforme IEPA (2008), a área de estudo está localizada em um ambiente em que a vulnerabilidade natural é altamente limitante (Figura 5).

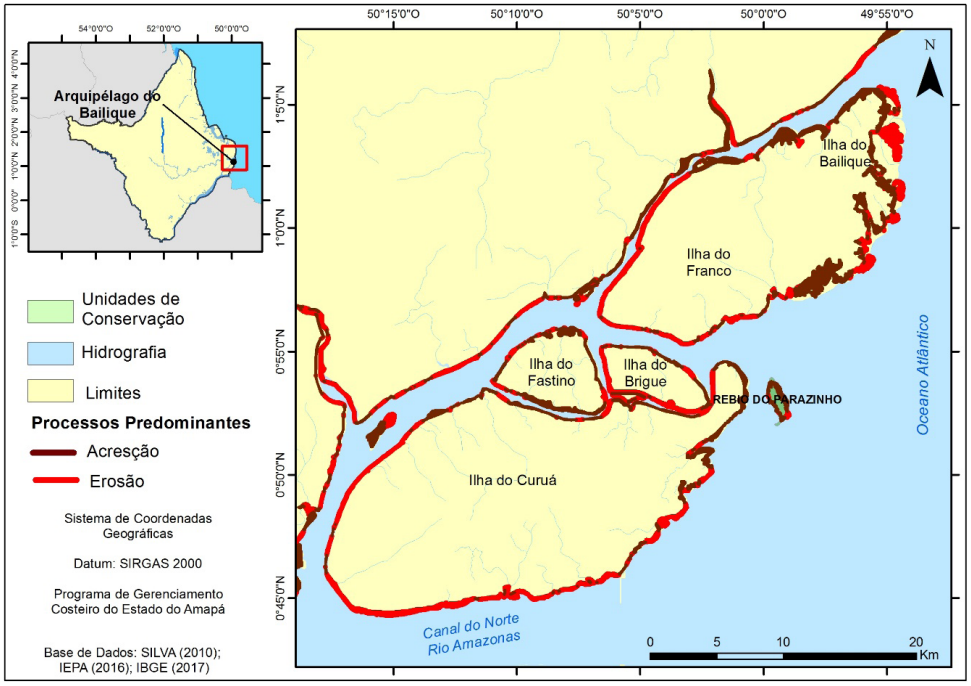
O uso de imagens de satélites orbitais, desde a década de 1970 até 2000, no litoral do Amapá (SILVA, 2010; 2011) demonstraram a tendência de vários setores da Zona Costeira do Amapá à perda de terrenos com a retração da linha de costa.

Na análise geral das áreas de mudanças, Silva (2010) verificou que as áreas erodidas predominam. Entre 1972 e 2000, 48,7% da costa amapaense esteve sobre influência de processos acrescionários e 51,3% dos processos erosivos. No arquipélago do Bailique predominam as áreas sujeitas a erosão (Figura 6), porém se observa é que devido à forte dinâmica da foz do Amazonas e influência antrópicas, esses processos são mutáveis no tempo e no espaço (SILVA, 2011).



Fonte: Adaptado de IEPA (2008).

Figura 5. Distribuição dos níveis de vulnerabilidade natural à erosão.



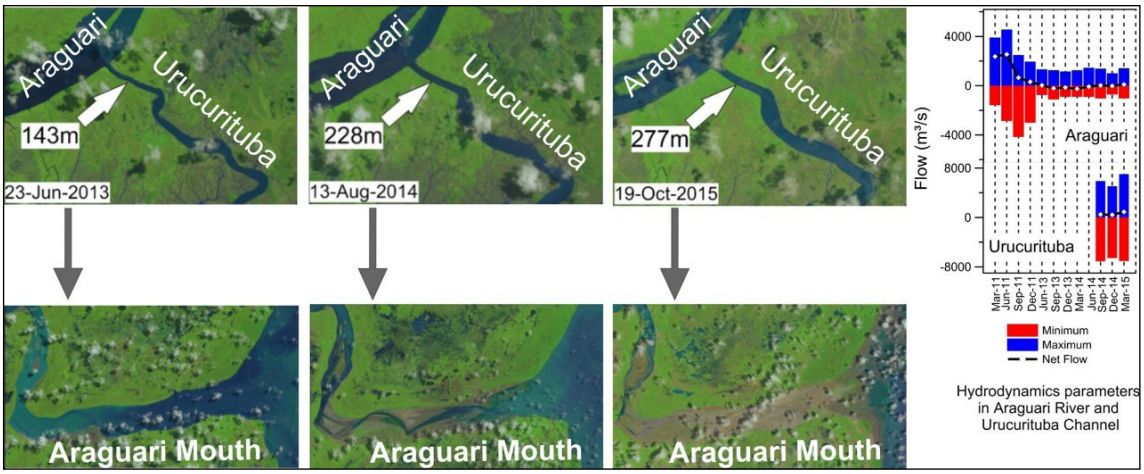
Fonte: Adaptado de Silva (2011).

Figura 6. Erosão a acresção na linha de costa do Arquipélago do Bailique.

No setor costeiro estuarino do Amapá, o trecho com erosão mais acentuada é observado da orla de Macapá até o início do arquipélago do Bailique (predominantemente na parte externa) (TORRES et al., 2017). Costa et al. (2017) mostrou que nas ilhas mais densamente ocupadas (Curuá e Brigue), a erosão afeta no mínimo 48 km de linha de costa, sendo 13,35 km na ilha do Brigue e 34,58 km na ilha do Curuá. Costa et al. (2018) registraram no arquipélago de Bailique uma taxa média de retrogradação variando de 0,12m/ano a 3,50m/ano.

Uma das causas do fenômeno no Bailique, segundo Santos et al. (2018), é devido à recente erosão progressiva do novo Canal de Urucurituba, que fez com que o rio Amazonas "capturasse" quase toda a vazão do baixo rio Araguari, que anteriormente fluía diretamente para o Oceano Atlântico. Essas recentes mudanças geomorfológicas têm causado fortes impactos na paisagem e padrões hidrodinâmicos próximos à foz do rio Araguari, especialmente a alteração do sistema de drenagem fluvial e a qualidade da água. O fluxo do Rio Araguari foi desviado em até 98% pelo Canal de Urucurituba, tendo como linha de base o ano 2011 (Figura 7). Intensas mudanças na morfologia nas proximidades do Bailique foram identificadas entre 2010 e 2020; o desvio da vazão do Araguari abriu novas drenagens, alargou canais e aumentou a vazão que desagua no arquipélago, intensificando a erosão (Figura 8).

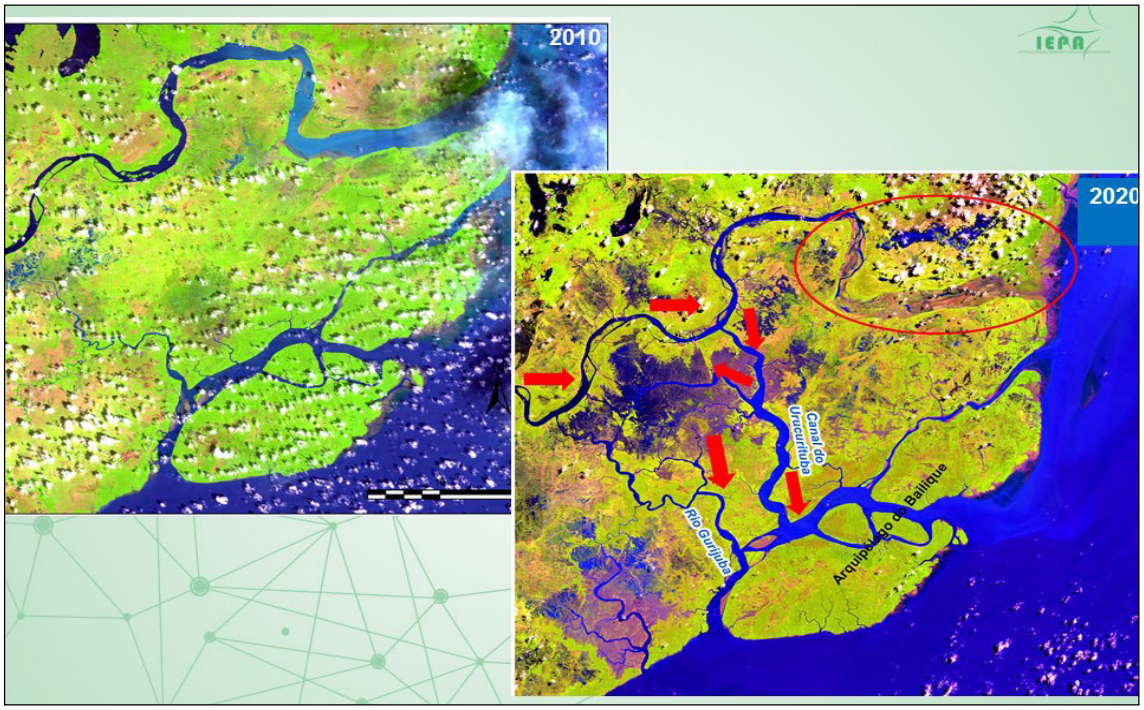
Apesar de ser um fenômeno natural, a erosão no arquipélago do Bailique é intensificada por fatores antrópicos, como o desmatamento da mata ciliar, o manejo inadequado de animais de grande porte, a movimentação de embarcações e a construção de estruturas rígidas na linha de costa (TORRES et al., 2017).



Fonte: Santos et al. (2018).

Figura 7. Mudanças observadas, entre 2013 e 2015, na foz do Araguari e canal do Urucurituba.

Costa et al. (2018) monitoraram processos erosivos em 13 comunidades (Igarapé Grande do Curuá, Salmo 121, Limão do Curuá, Foz do Gurijuba, Junco, Itamatatuba, Ponta da Esperança, Vila Progresso, Vila Macedônia, São Pedro, Ilhinha, Andiroba e Franco Grande) das 52 situadas na região do Distrito.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Figura 8. Mudanças morfológicas no entorno do arquipélago do Bailique, 2010/2020.

Na Tabela 1 observam-se as medidas e a estimativa anual de erosão das comunidades monitoradas, considerando as medidas realizadas entre 2017 e 2018, totalizando 12 meses, cuja abrangência de um ano contempla o período seco e o período chuvoso no arquipélago.

Tabela 1. Taxa Anual Estimada de Erosão para as comunidades monitoradas.

COMUNIDADE	PONTO	TAXA ANUAL DE EROSÃO (m/ano)
Igarapé Grande do Curuá	Assembleia de Deus	4,9
	Escola	1
Salmo 121	Assembleia de Deus	0,4
Limão do Curuá	Frente da Casa 07	1,2
Foz do Gurijuba	Escola	0,9
Junco	Escola	1,05
Itamatatuba	Posto de Saúde	2,6
	Escola	5,5
Boa Esperança	Escola	2,4
Vila Progresso	Escola Bosque	10,2
Vila Macedônia	Escola	10,55
São Pedro	Igreja	10,8
Ilinha	Árvore ao lado da passarela	4,2
Andiroba	Casa do Sr. Otoniel	0
Franco Grande	Entre Escola e casa R132 PMM (Próximo a antena de telefone)	1

Fonte: COSTA et al. (2018).

A Figura 9 A e B mostram-se algumas fotos do monitoramento na Vila Macedônia. A Figura 10 apresenta processos erosivos intensos em curso nas comunidades. Tem-se em: A) queda dos módulos que formavam o maior complexo educacional do arquipélago, a Escola Bosque do Bailique, (B) Vila Progresso, maior adensamento do arquipélago cuja erosão marginal afeta comércios, residências e prédios públicos, (C) residência na Vila Macedônia e D) Escola já sem uso na comunidade Ponta da Esperança. Esses registros foram identificados em trabalhos em parceria do IEPA e da Defesa Civil do estado do Amapá em 2021.

Fonte: Costa et al. (2018).

Figura 9. Aspectos da margem em frente à escola na comunidade de Vila Macedônia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 10 (A, B, C e D). Processos erosivos e impactos em infraestruturas no Bailique.

Apesar do Arquipélago do Bailique, estar interligado ao sistema nacional de transmissão, as comunidades de: Vila Macedônia, Ponta da Esperança, Ilhinha e Itamatatuba sofrem com constantes quedas de energia, principalmente onde a erosão é intensa, na qual derruba postes que levam energia. A erosão também já afetou instalações da Companhia de Água do Estado (CAESA) prejudicando o abastecimento de água nas comunidades.

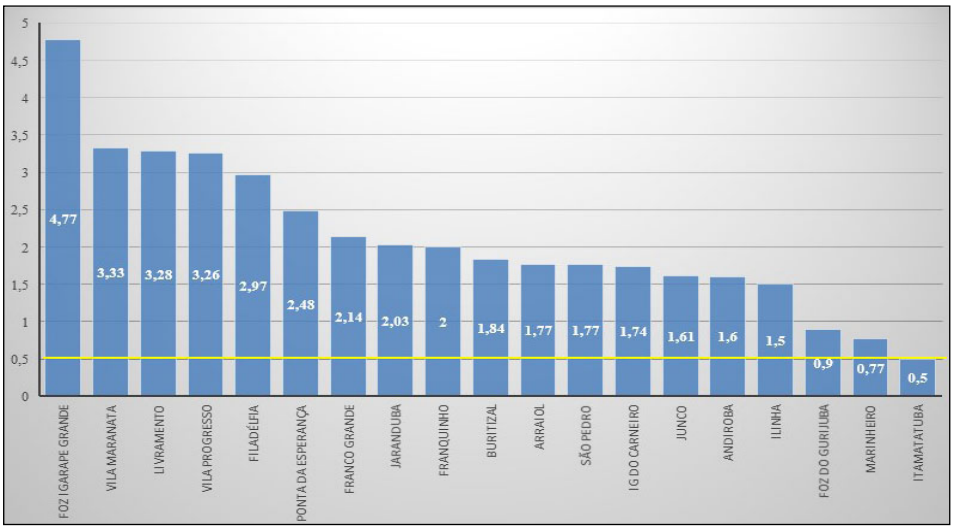
Entre 2019 e 2022, outro fenômeno, ainda muito pouco estudado, tem chamado a atenção no arquipélago que é a intrusão salina. Apesar de estar localizado em um estuário, antes de 2019 não haviam reclamações intensas da população sobre a salinização da água.

Em outubro de 2021 todas as comunidades estavam com níveis maior ou igual a 0,5 (limite para a água ser considerada doce de acordo com a Resolução n°357/2005) (reta amarela do Gráfico 1) atingindo até 4,77 %o, mostrando que a intrusão salina e a água salobra está presente em todas as comunidades monitoradas.

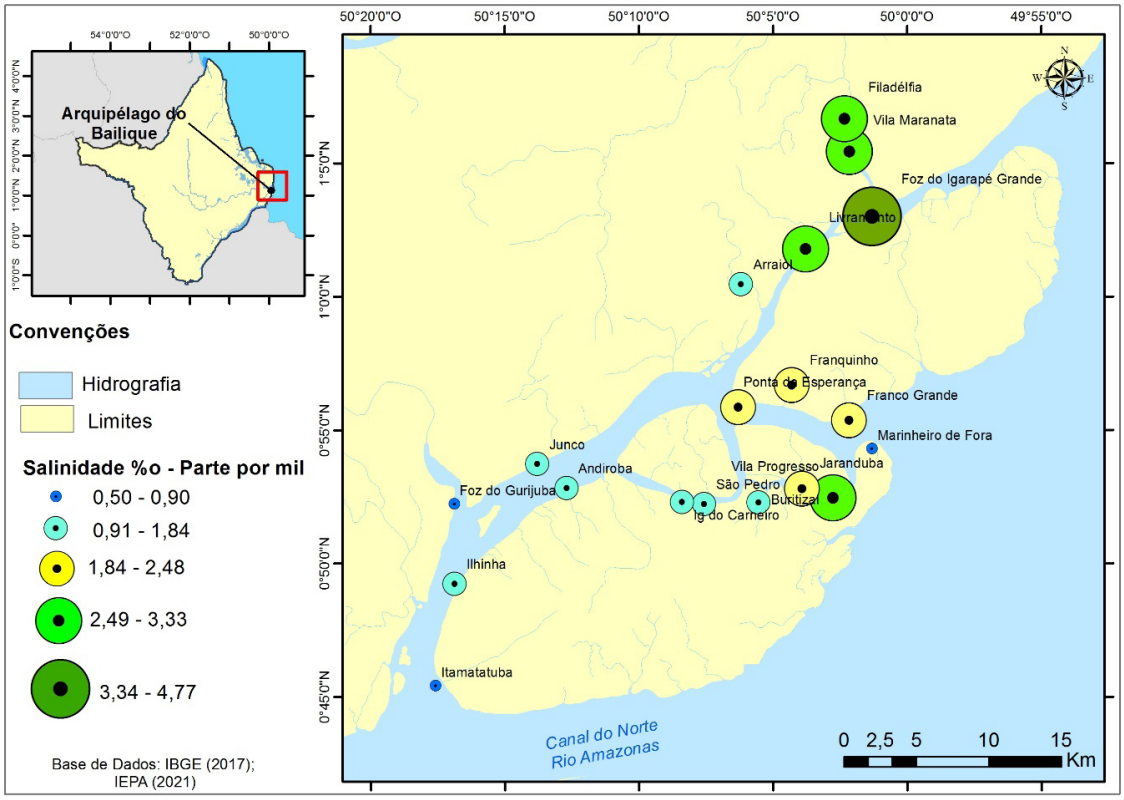
De acordo com os dados da medição de salinidade, verifica-se que os maiores pontos de salinidade ocorreram na Foz do Igarapé Grande e em frente as comunidades de Filadélfia e Maranata/Equador (Figura 11). De acordo com análise em imagens de satélite Sentinel 2 de outubro de 2020 (Figura 12), esses números refletem a direção da corrente que adentra ao estuário via Canal do Gurijuba e Igarapé Grande.

A antiga foz do rio Araguari está ao Norte do Canal do Gurijuba. Segundo ANA (2012) o rio Araguari possuía vazão média mensal variando entre 190 m³/s (novembro) e 1916 m³/s (março). Com o cessamento da vazão do Araguari que chegava ao oceano atlântico, a intrusão salina foi facilitada, o que pode ser uma das causas para a intensificação da salinização da água no arquipélago.

Gráfico 1. Salinidade nas comunidades visitadas em outubro de 2021.



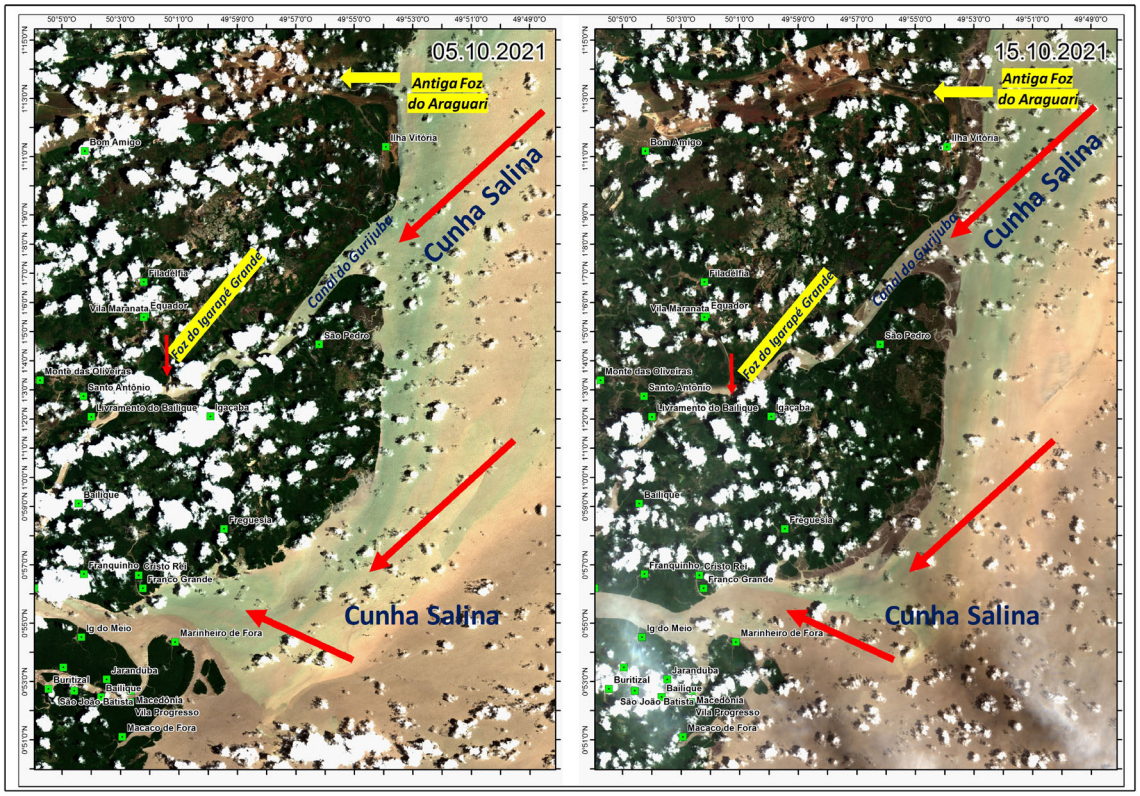
Fonte: Elaborado pelos autores.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11. Níveis de salinidade no arquipélago do Bailique.

A salinidade mensurada na Vila Progresso, a comunidade mais povoada do arquipélago, foi 3,3%o (parte por mil), já em Marinheiro de Fora que fica a poucos metros de distância e mais próxima do Oceano Atlântico o resultado foi de 0,7 %o. Essa diferença se deve a pelo menos dos fatos: o fluxo de água fluvial que desagua no canal do Marinheiro e também a direção da corrente como se adentra ao Canal do Bailique, cuja direção superficial ao entrar se desloca para a margem direita do canal.

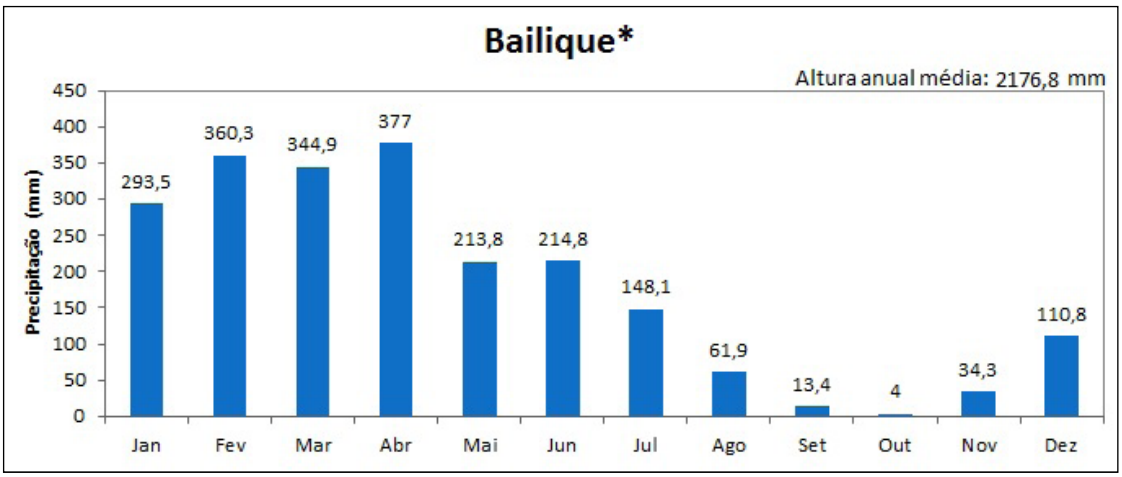


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12. Imagem Sentinel 2, em períodos distintos de maré, com a direção de corrente e entrada da cunha salinha no estuário.

Segundo as Isoietas de medias anuais (1977-2006) (PINTO et al., 2011), a partir de junho há uma acentuada queda na precipitação com auge do período seco entre setembro e outubro no arquipélago do Bailique (Figura 13).

As informações produzidas pelos órgãos de pesquisa subsidiam os decretos de calamidade pública (Situação anormal, provocada por desastres, causando danos e prejuízos que impliquem o comprometimento parcial da capacidade de resposta) e emergências (Situação anormal, provocada por desastres, causando danos e prejuízos que impliquem o comprometimento substancial da capacidade de resposta) estabelecidos pela prefeitura de Macapá e pelo Governo do Estado para posterior reconhecimento do governo federal. No entanto a última situação de emergência reconhecida pelo governo federal foi em 2018 (BRASIL, 2008) motivado pela “erosão de margem fluvial” (Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, COBRADE: 1.1.4.2.0).



Fonte: Pinto et al. (2011).

Figura 13. Isoietas de medias anuais de precipitação no arquipélago do Bailique com os períodos de viagem de campo em 2021.

Esse reconhecimento é importante para ter acesso a recursos emergenciais para sanar a calamidade. No entanto, principalmente a nível Federal quando há recorrência nos pedidos de decreto, o Ministério de Desenvolvimento Regional, responsável por esse reconhecimento, pode não aceitar a justificativa. A prefeitura de Macapá e o estado de Amapá continuam decretando estado de Calamidade e emergência desde 2018, porém sem reconhecimento do Governo Federal. Percebe-se assim que o risco existe, é conhecido, porém falta gestão do mesmo pelos entes estadual e municipal.

Quanto a decretos de emergência e calamidade por conta da intrusão salina, a Política Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 2007) não apresenta código para esse tipo de emergência. Nessa temática, no Quadro nº 12 da Lei em "Sistematização da Codificação Alfabética e Numérica dos Desastres Mistos Relacionados com a Geodinâmica Terrestre Interna" há previsão para emergência voltadas apenas para a salinização do solo.

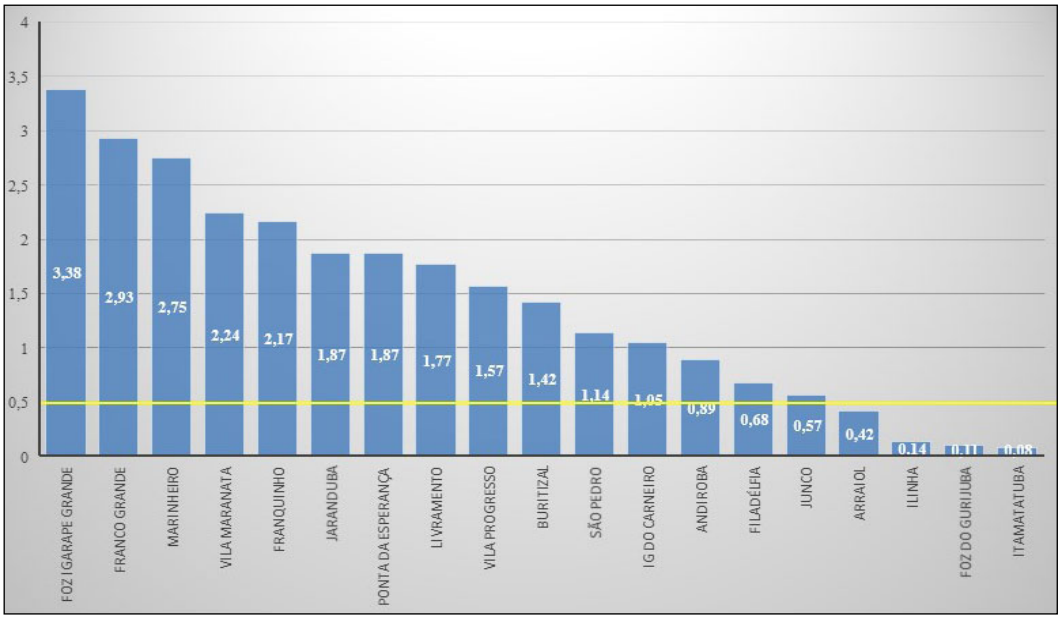
Os processos erosivos no Bailique atingem comunidades com intensidade diferentes, porém já são esperados na medida que são processos contínuos e que possuem intensificação com o período de chuvas na região (janeiro a maio). Quanto a intrusão salina, ela ocorre no período de seca que se inicia em meados de agosto e se estende até dezembro, porém as medições de campo indicam persistência de água salobra em algumas comunidades até meados do mês de março, como o observado em 2022 (Gráfico 2).

Os governos da prefeitura e do estado têm carência de projetos voltados à gestão efetiva dos riscos. A erosão é um fenômeno com um nível de conhecimento considerável nas diversas comunidades, no entanto não há projetos de monitoramento continuo e nem o incentivo à cultura de riscos que

busque uma resolução efetiva, seja no sentido de aumentar a resiliência da população ou de diminuir as vulnerabilidades.

A erosão e intrusão salina são de difícil mitigação, porém conhecendo a intensidade, extensão espacial e frequência é possível ações continuas, evitando que medidas sejam tomadas apenas quando a população já está sentindo os efeitos desses fenômenos.

Gráfico 2. Salinidade nas comunidades visitadas em março de 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim, o que se observa dos entes públicos é falta de planejamento e de gestão integrada com projetos de longo prazo. A falta de água no período de águas salobras é minimizada com a distribuição de água pelo governo, porém não chega a toda população que tem maneiras de se preparar armazenando água da chuva em caixas d'água plástica (Figura 14).

O IEPA busca alternativas, em parceira com o Instituto de Química Verde do Rio de Janeiro (ISI/SENAI) para a instalação de uma usina de dessalinização, desinfecção e retirada de turbidez da água para consumo humano, porém o projeto ainda está em fase inicial de concepção e captação de recursos.

As políticas públicas influenciam o grau de vulnerabilidade e a capacidade de resiliência de uma população ou região. Quando são implementadas de forma desarticulada, fragmentada ou pensadas apenas sob um olhar setorial ou interesses pontuais, podem ampliar as vulnerabilidades locais (ROCHA NETTO et al., 2011; FREITAS et al., 2014).

A gestão de risco torna-se emergente para uma melhor eficiência da prevenção na coletividade. Contudo, o planejamento de desastre deve ser

administrado eficientemente e fazer parte integral de planejamento total da comunidade. Na maioria dos casos, estes processos de gestão dos riscos e planejamento tendem a ser “divorciados” do programa principal de governo, mesmo dentro de organizações que claramente são responsáveis pela segurança pública. A compartimentação e isolamento de gestão de risco de emergência do programa principal do governo podem ser atribuídos à falta de uma cultura de gestão do risco (GONÇALVES, 2005).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 14. Armazenamento de água pela população na comunidade de Arraiol.

O planejamento e a gestão de risco remetem aos preceitos do desenvolvimento sustentável que segundo a Defesa Civil (2005) é “um processo por meio do qual melhoramos a nossa qualidade de vida de maneira que se mantenha no tempo, fazendo um uso racional de nossos recursos humanos, materiais e naturais, para que as gerações futuras também possam utilizá-los.

O desenvolvimento sustentável e a gestão de riscos são as duas faces da mesma moeda. Quando há o comprometimento com um processo local voltado ao desenvolvimento sustentável, está se empenhando também em utilizar ferramentas de gestão de risco. Assim há necessidade de o poder público agir para que haja ações para minimizar esse fenômeno que está mudando o modo de vida dos moradores do Arquipélago, que estão sujeitos à alta vulnerabilidade socioeconômica dos habitantes, havendo urgente necessidade de intervenção contínua do poder público.

Considerações e Recomendações

O planejamento e ordenamento do território colaboram na redução de riscos na medida em que (a) não proporciona o surgimento de assentamentos humanos de alta densidade e a construção de instalações estratégicas em áreas sujeita as ameaças, (b) fomenta o uso adequado e sustentável da terra e dos recursos naturais, e (c) oportuniza tanto medidas corretivas (redução dos riscos existentes) como pró ativas (evitar a criação de novas ameaças e vulnerabilidades).

As intensificações nas modificações ambientais de curto período no distrito do Bailique requerem estudos sistemáticos e integrados, para entender como as interações entre os processos atmosféricos, oceanográficos, amazônico somados às ações antrópicas, submetem a região a constantes modificações.

De acordo com os dados analisados na revisão de literatura e com as visitas em loco, teve-se noção da gravidade que os processos erosivos causam ao arquipélago. A necessidade de conhecer a intensidade desses processos em cada uma das comunidades permite a proposição de ações mais adequadas assim como a viabilidade das construções, pois as mesmas possuem taxas muto variáveis de perda de terreno.

As mudanças ambientais recentes com a colmatação da foz do rio Araguari e na dinâmica fluvial da região, assim como a intensificação de processos erosivos indicam também a influência das atividades humanas que causam graves problemas as comunidades como a perda de residências, escolas, comércios, causa também queda de postes e redes de transmissão assim como queda estações de tratamento e distribuição de água.

Em virtude dos estudos e dados apresentados, há elementos para subsidiar a gestão de riscos no arquipélago do Bailique pois a erosão e a abertura de canais, que pode intensifica-la, são fenômenos que ocorrem durante o ano todo. Ações emergências também devem contemplar estratégias de mitigação e adaptação da população para que a mesma esteja mais preparada para a recorrência dos eventos danosos.

Quanto a intrusão salina, da mesma forma que a erosão, percebe-se uma heterogeneidade nas medições que devem ser feitas em períodos sazonais para se conhecer melhor a dinâmica desse fenômeno em cada uma das comunidades monitoradas e assim propor ações e tecnologias adequadas para mitigar os impactos e fornecer água potável para a população.

Indica-se também que haja projetos de pesquisas de longo prazo no sentido de monitorar as mudanças que ocorrem no arquipélago. O tempo de pesquisa e os tipos de estudos científicos realizados precisam ser ampliados na região, devendo o poder público garantir recursos financeiros específicos para a continuidade das pesquisas que subsidiarão as tomadas de decisões para a região.

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. 2013. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=282>. Acesso em: 05/05/2019.

BOLLIN, C. **Incorporar la gestión del riesgo en la planificación territorial**. Guia preliminar para el nível municipal. 1 versão, 2007.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa Civil**. Ministério da Integração Nacional. 82p. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Portaria nº 111 de 19 de abril de 2018**. Reconhece a situação de emergência em municípios do governo do estado do Amapá. Diário Oficial da União. Brasília, 2018.

CEPED. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais** – 1991 a 2012. Volume Brasil. 2ª edição revisada e ampliada. CEPED / UFSC. Florianópolis, 2013.

COSTA, W.; MARTINS, M.; TORRES, A.; TAKIYAMA, L. 2018. **Caracterização Ambiental de Comunidades Costeiras no Distrito de Bailique**. Relatório Interno. IEPA: 21p.

FREITAS, C.M.; CARVALHO, M.L.; XIMENES, E.F.; ARRAES, E.F.; & GOMES, J.O. 2012a. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**. v. 17, n. 6. DOI: 10.1590/S1413-81232012000600021

FREITAS, C.M.; SILVA, D.R.X.; SENA, A.R.M.; SILVA, E.L.; SALES, L.B.F.; CARVALHO, M.L.; MAZOTO, M.L.; BARCELLOS, C.; COSTA, A.M.; OLIVEIRA, M.L.C.; & CORVALÁN, C. 2014b Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, vol.19, n.9. DOI: 10.1590/1413-81232014199.00732014.

IEPA. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. **Caracterização Ambiental de Comunidades Costeiras no Distrito de Bailique:** Campanha de janeiro de 2018. Relatório Interno do Núcleo de Pesquisas Aquáticas (NUPAq) do IEPA. 28p. Macapá, 2018.

IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá:** primeira aproximação do ZEE/. Equipe Técnica do ZEE - AP. -- 3. ed. rev. ampl. Macapá: IEPA. 2008. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/arquivopdf/macrodiagnostico.pdf>.

IEPA. **Zoneamento Econômico Ecológico Costeiro** – Setor Estuarino do Amapá. IEPA, 2006.

IMAP. **Relatório técnico de vistoria às comunidades do arquipélago do**

Bailique. 38p. Macapá, 2018.

LINHARES, L. I. M., MONTEIRO, J. B., & PACHECO-GRAMATA, A. P. P. GEOGRAFIA DOS RISCOS E VULNERABILIDADES: UMA BREVE DISCUSSÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA. **Revista da Casa da Geografia de Sobral** (RCGS), v. 23, p. 75-98, 2021.

MIGUEZ, Marcelo; VERÓL, Aline; DI GREGORIO, Leandro Torres. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. Elsevier Brasil, 2017.

MITCHELL, T.; TANNER, T. e HAYNES, K. **Children as agents of change for disaster risk reduction:** lessons from El Salvador and the Philippines. Children in a Changing Climate –Research Institute of Development Studies Brighton, 2009.

NICHOLLS, R.; CAZENAVE, A. Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. **Science**, v. 328, n. 5985, p. 1517–1520, 18 jun. 2010.

NOY, I.; YONSON, R. Economic Vulnerability and Resilience to Natural Hazards: A Survey of Concepts and Measurements. **Sustainability**, v. 10, n. 8, p. 2018, 10, 2850. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10082850>.

Economic vulnerability and resilience to natural hazards: A survey of concepts and measurements. **Sustainability**, v. 10, n. 8, p. 2850, 2018.

OLIVEIRA, E. e ROBAINA, L. Mapeamento das áreas de risco Geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria/RS. **Ciência e Natura**, 1: 197-218, 2004.

PELLETIER, P. Um Japão sem riscos? In: VEYRET, Y. (Org.) **Os Riscos**: o Homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto: 201-220, 2007.

PESCAROLI, G.; & ALEXANDER, D. Understanding compound, interconnected, interacting, and cascading risks: a holistic framework. **Risk analysis**, v. 38, n. 11, p. 2245-2257, 2018.

PRESTES, Y.; SILVA, A.; JEANDE, C. 2018. Amazon water lenses and the influence of the North Brazil Current on the continental shelf. **Continental Shelf Research** 160 (15): 36-48.

RAYMOND, C.; HORTON, R. M.; ZSCHEISCHLER, J.; MARTIUS, O.; AGHAKOUCHAK, A.; BALCH, J.; & WHITE, K. Understanding and managing connected extreme events. **Nature climate change**, v. 10, n. 7, p. 611-621, 2020.

ROCHA NETO, João Mendes da; BORGES, Djalma Freire. As assimetrias entre as políticas setoriais e a política de planejamento regional no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 6, p. 1639-1654, 2011.

ROCHA, D. À **Cinco Metros do Fim**. Texto produzido por morador local sobre a situação da erosão na praia do Goiabal. Janeiro, 2020.

SANTOS, E.; A LOPES, P.; PEREIRA, H.; NASCIMENTO, O.; RENNIE, D.; STERNBERG, L.; CUNHA, A. 2018. The impact of channel capture on estuarine hydro-morphodynamics and water quality in the Amazon delta. **Science of the**

Total Environment. 624 (887-899). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29274612/>.

SANTOS, E.; LOPES, P.; PEREIRA, H.; NASCIMENTO, O.; RENNIE, D.; STERNBERG, L.; CUNHA, A. 2018. The impact of channel capture on estuarine hydro-morphodynamics and water quality in the Amazon delta. **Science of the Total Environment**. 624 (887-899).

SANTOS, V. **Ambientes Costeiros Amazônicos.** Avaliação de modificações por sensoriamento remoto. Tese (Doutorado). CPGGM, LAGEMAR/UFF/IGEO. 306 p, Niterói, 2006.

SKONDRAS, N.A.; TSESMELIS, D.E.; VASILAKOU, C.G.; KARAVITIS, C.A. Resilience–Vulnerability Analysis: A Decision-Making Framework for Systems Assessment. **Sustainability** v. 12, n. 22, p. 9306, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12229306>.

SILVA JUNIOR, O. **Análise de risco a inundação na cidade de Alenquer - Estado do Pará**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Belém, 2010. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

SILVA JUNIOR, O.; SANTOS, L.; RODRIGUES, M. Panorama dos Riscos Costeiros no Estado do Amapá: Conhecer para Agir In: **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2 ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2020, v.2, p. 454-472. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Reducao2020/Reducao_2ed-2020-25.pdf>

SILVA, A.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. Campos de temperatura e salinidade na plataforma continental do Amazonas, durante a descarga mínima do rio Amazonas: uma análise ambiental. **Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA**, v. 1, p. 1, 2001.

SILVA, E.; GURGEL, H.; FREITAS, C. Saúde e desastres no Brasil: uma reflexão sobre os aspectos envolvidos em eventos hidrológicos e rompimento de barragens. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia**, n. 42, 2019.

SILVA, M. **Análise Multitemporal Quantitativa da Linha de Costa Amapaense Aplicando Dados de Sensores Remotos Óticos e Radar** (1972-2000). Trabalho de conclusão de curso. Bacharel em Geografia. Universidade Federal do Amapá, Macapá-Ap, 2010.

SILVA, M.; SANTOS, V.; SILVEIRA, O. 2011. Análise Multitemporal de Mudanças nas Ilhas Costeiras do Estado do Amapá Aplicando Dados de Sensores Remotos. In: **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Curitiba. INPE: 8614-8622. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.20.14.07/doc/p1532.pdf?metadatarepository=&mirror=urlib.net/

www/2011/03.29.20.55>.

SILVA, N.; COSTA, R.; ASP, N.; COSTA, K.; VILA-CONCEJO, A. 2012. Seasonal changes in oceanographic processes at an equatorial macrotidal beach in northern Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 43, p. 95–106.

SILVEIRA, O.; SANTOS, V. **Geologia do Distrito do Bailique**. Relatório parcial do PROECOTUR. Macapá, 2002.

SILVEIRA, O.; SANTOS, V. **Aspectos geológicos-geomorfológicos região costeira entre o rio Amapá Grande e a região dos lagos do Amapá**. MMA/ PROBIO, Macapá, 30p, 2006.

SMITH, K. **Environmental hazards:** assessing risk. Florence, Routledge: 352 p. 2000.

SOUZA-FILHO, P. PARADELLA, W.; RODRIGUES, S.; COSTA, F.; MURA, F.; GONÇALVES, F. 2011. Discrimination of coastal wetland environments in the Amazon region based on multi-polarized L-band airborne Synthetic Aperture Radar imagery. Estuarine, **Coastal and Shelf Science**, v. 95, n. 1, p. 88–98, nov.

SZLAFSZTEIN, C. Vulnerability and response measures to natural hazard and sea level rise impacts: long-term coastal zone management, NE of the State of Pará, Brazil. **ZMT** - Contributions, University of Bremen, v. 17:1-192, 2003.

SZLAFSZTEIN, C. La evaluación de estrategias y prácticas de adaptación a la variabilidad y cambio climático. In: Ide, P.; Vidarri, C.; Szlafsztein, C. (Org.). **Hacia la evaluación de prácticas de adaptación ante La variabilidad y el cambio climático**. Belém: NUMA/UFPA: 53-60, 2008.

SZLAFSZTEIN, C.; KNEZ, S. e FISCHENICH, G. **Gestión del riesgo en la región Amazónica del Brasil.** Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agropecuario en las subregiones Andina y Amazónica, 2007, Lima. Anales de Taller Internacional Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático en el sector Agropecuario en las Subregiones Andina y Amazónica. Lima: Comunidad Andina, 2007.

TORRES, A.; EL-ROBRINI, M. Amapá. In: **Erosão e progradação do litoral brasileiro.** pp. 11-40. Muehe, D (Orgs). Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2006.

TORRES, A.; EL-ROBRINI, M.; PINHEIRO COSTA, W. Amapá. In: **Panorama da Erosão Costeira no Brasil.** 16-64. MUEHE, D. (Org.) Ministério do Meio Ambiente, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Noernberg/publication/330904634_Panorama_da_Erosao_Costeira_no_Brasil_Parana/links/5c6afbca299bf1e3a5b253e9/Panorama-da-Erosao-Costeira-no-Brasil-Parana.pdf>.

TURNER, B. L.; KASPERSON, R. E.; MATSON, P. A.; MCCARTHY, J. J.; CORELL, R. W.; CHRISTENSEN, L.; & SCHILLER, A. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. **Proceedings of the National Academy of Sciences**,

v. 100, n. 14, p. 8074-8079, 2003.

UNDP. UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. SHERMAN, K.; MCGOVEN, G. **Frontline observations on climate change and sustainability of large marine ecosystemsLarge Marine Ecosystems**. New York: [s.n.], 2012.

VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, C.; ÁVILA-FOUCAT, V. S.; ORTIZ-LOZANO, L.; MORENO-CASASOLA, P.; & GRANADOS-BARBA, A. 2021. Analytical framework for assessing the social-ecological system trajectory considering the resilience-vulnerability dynamic interaction in the context of disasters. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 59, p. 102232. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102232>.

ZÊZERE, J.; PEREIRA, A. e MORGADO, P. **Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal continental**. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, 2005.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

AN INTEGRATIVE APPROACH FOR OVERCOMING DICHOTOMOUS THINKING IN NATURAL HAZARDS AND DISASTERS RESEARCH

UMA ABORDAGEM INTEGRATIVA PARA SUPERAR O PENSAMENTO DICOTÔMICO NA PESQUISA DE RISCOS NATURAIS E DESASTRES

Franciele Maria Vanelli[1]
Masato Kobiyama[2]
Itzayana González Ávila[3]
Emanuel Fusinato[4]
Mariana Madruga de Brito[5]

"The way up and the way down is one and the same."
Heraclitus

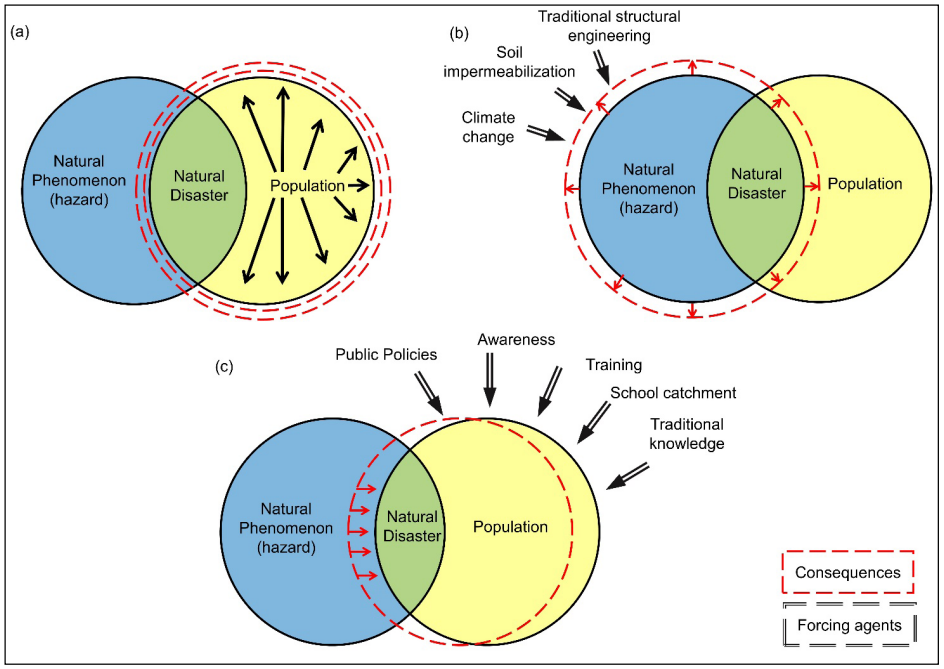
"The more we study the major problems of our time, the more we come to realize that they cannot be understood in isolation. They are systemic problems, which means that they are interconnected and interdependent."
Fritjof Capra

1 PhD student, CNPq scholarship student, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8763-5786. E-mail: francielevanelli@gmail.com.
2 Professor, CNPq scholarship researcher, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0615-9867. E-mail: masato.kobiyama@ufrgs.br.
3 PhD student, CNPq scholarship student, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1684-8885. E-mail: i.goavil@gmail.com.
4 Master's student, CNPq scholarship student, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5602-5085. E-mail: eng.emanuelfusinato@gmail.com.
5 Researcher, Department of Urban and Environmental Sociology, Helmholtz Centre for Environmental Research, Germany. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4191-1647. E-mail: mariana.brito@ufz.de.

Introduction

Disasters are defined as a severe disruption of the functioning of a community or a society at any scale due to natural or technological hazardous events interacting with conditions of exposure, vulnerability, and capacity, leading to human, material, economic, and/or environmental losses and impacts (UNDRR, 2009). In disasters triggered by natural hazards, both societal and physical aspects are interwoven, and their interactions over time and space are key in determining the disaster impacts (MASSAZZA; BREWIN; JOFFE, 2019; VANELLI; KOBIYAMA, 2021; VANELLI; KOBIYAMA; MONTEIRO, 2020; WORLD BANK; UNITED NATIONS, 2010). This is because natural hazards, even if their triggering factors could be of an anthropogenic origin, are controlled by natural processes (VILÍMEK; SPILKOVÁ, 2009). At the same time, natural hazards do not result in disasters in the absence of humans or their activities (KOBIYAMA *et al.*, 2019; UNITED NATIONS FOR DISASTER RISK REDUCTION, 2020). Examples of interactions between natural hazards and populations that influence the disasters' impacts are given in Figure 1. These interactions can occur concurrently under global and local influences.

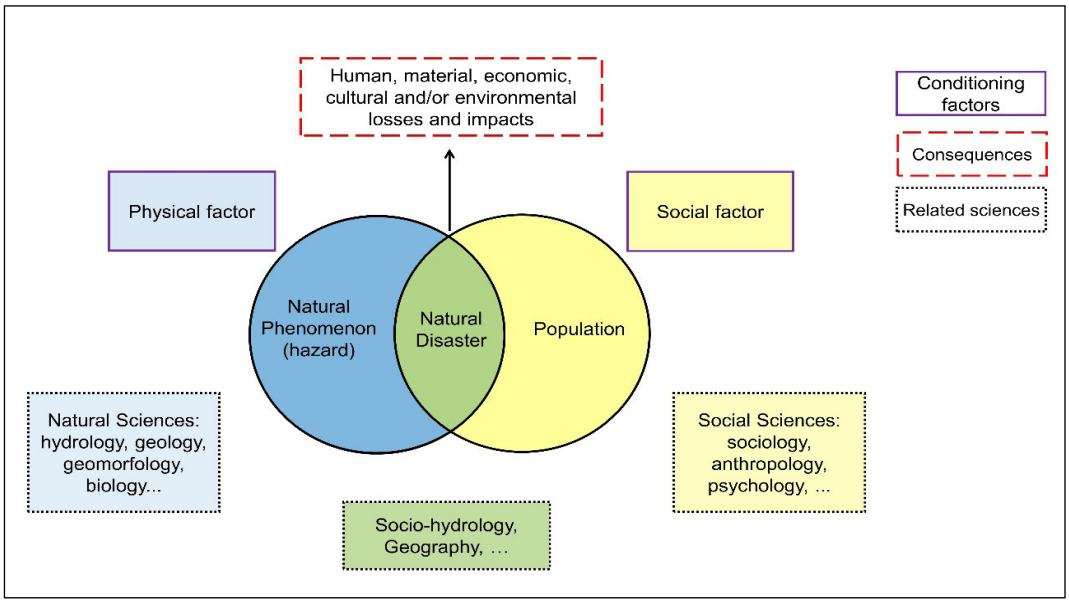
Despite the importance of both societal and physical aspects, current disaster research predominantly studies them as two separated and independent components. The way of thinking categorizing things or ideas into two opposite parts is called dichotomous thinking. The term "dichotomy" derives from the Greek language and it means "dividing in two". It is used in several disciplines, such as mathematics, philosophy, statistics, psychology, biology, among others. In natural disasters research, dichotomous thinking is still prevalent, for instance: (i) hazard paradigm × vulnerability paradigm; (ii) top-down × bottom-up approaches; (iii) structural × non-structural measures; (iv) natural × social sciences; (v) quantitative × qualitative data and methods; (vi) global × local spatial scales (BLÖSCHL; VIGLIONE; MONTANARI, 2013; DI BALDASSARRE *et al.*, 2018; GAILLARD; MERCER, 2013; GILBERT, 1995; JACKSON; MCNAMARA; WITT, 2017; RUSCA; MESSORI; DI BALDASSARRE, 2021; VANELLI; KOBIYAMA, 2021). Each of these components has its own advantages and limitations and different results are obtained when only a single side is considered for studying natural disasters. Here, it is worth mentioning that several researchers have discussed the "unnaturalness" of natural disasters, and suggest the substitution by the term "socio-natural" disaster, but this is still an emerging concept.



Souce: Modified from Vanelli and Kobiyama (2021).

Figure 1. Examples of interactions between societal (yellow) and physical (blue) factors, which can result in natural disasters (green): (a) increasing impacts from disaster due to population growth (more people are exposed to the potential harms of natural hazards) and/or (b) intensification of extreme events due to disharmonious anthropogenic activities; (c) decreasing impacts from disasters by disaster risk management contributing to harmonious coexistence between the population and natural hazards and/or population moving away from disaster risk areas.

In our view, dichotomous thinking has immediate implications both for disaster research and for how it can feed into policy-making processes. It does not only result in a partial and narrow view of disasters as socio-hydrological phenomena. It also hampers the holistic understanding of how to manage disasters and risks aiming to reduce negative consequences. Hence, to support the development of evidence on the interplay between natural hazards and society, we consider that overcoming the dichotomous thinking is extremely relevant. To this end, is considered that disciplinary-focused studies are needed to get deep insight into physical or social processes. However, we argue that the investigation of both in an interdisciplinary and integrative research design is needed to provide targeted information on “How society and natural hazards shape each other?”. For instance, while hydrologists and social scientists focus on understanding water and society, respectively, socio-hydrologists must focus on the interface between both of them (VANELLI; KOBIYAMA, 2019). In this regard, Figure 2 illustrates natural sciences studying natural phenomena (hazards), social sciences studying population dynamics, and socio-hydrology focusing on disasters. In this example, mutual interactions between physical and social factors result in negative impacts.



Source: Modified from Vanelli and Kobiyama (2021).

Figure 2. Disciplinary-focused studies are needed to get deep insight into physical and social processes whereas an interdisciplinary and integrative research design is needed to provide targeted information on the mutual interactions between both physical and social factors that result in natural disasters.

Disasters scientists often specialize in narrow fields, with little emphasis on the interactions between different areas. Even though this siloed way of thinking has brought major advances in disaster risk management, it is not appropriate for responding to compound and cascading disasters that are rapidly evolving, with high-impact events (DE BRITO, 2021) and that bring together researchers, responders, and citizens who do not routinely interact. Given different assumptions, epistemologies, and practices, each of which may be generally accepted within a particular field, working together in disaster situations can become challenging. Hence, it is important to acknowledge the contribution each "part" brings and go beyond artificial barriers between disciplines (BEDFORD *et al.*, 2019). Instead, we must integrate tools and practices from a diverse range of fields.

We suggest that the dichotomous way of thinking in natural hazard and disaster research can be overcome through an integrative approach based on the "Yin-Yang" from the Chinese philosophy and "unity of opposites" from Heraclitus of Ephesus (CAPRA, 1975). The archetypal pair "Yin-Yang" represents how opposite aspects may be complementary, interconnected, and interdependent, and how they may give rise to each other as they interrelate to one another. This idea was also explored by the Greek philosopher Heraclitus of Ephesus through the "unity of opposites" theory when he argued that everything is constantly changing and opposite things are connected and they are part of the same thing. Assuming this perspective, an

integrative approach means the process of combining the two 'opposites' parts, remaining the integrity of the individual components interacting with each other in a dynamic system and constituting a "whole" that is stronger than the single parts.

In disaster research, the use of integrative approaches can yield new insights not easily achievable through considering single parts. The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 (UNDRR, 2015) advocates for a more integrative disaster risk reduction (DRR) than the current dichotomous way of thinking. One of the priorities of this Framework is related to understanding disaster risk in all its dimensions of societal and physical aspects by considering different data-related aspects:

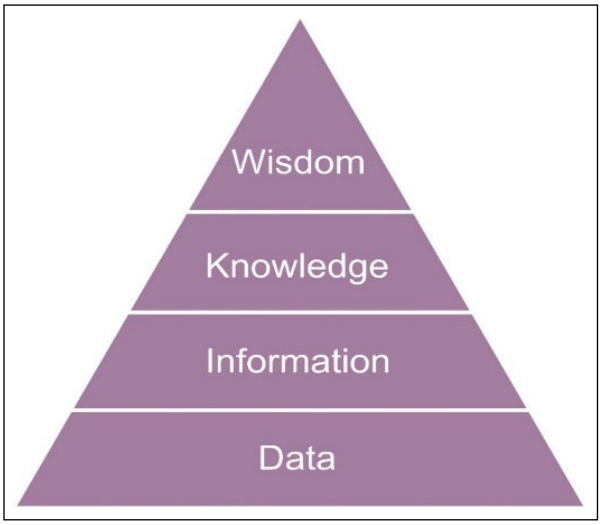
- Gather and process relevant and reliable data, ensuring information dissemination, taking into account the needs of different users;
- Use traditional, indigenous, and local knowledge and practices to complement scientific knowledge;
- Use technology innovations to enhance measurement tools and the collection, analysis, and dissemination of data;
- Enhance the development and dissemination of science-based methodologies and tools to gather, process, and share disaster data.

Against this background, we propose an integrative approach based on the complementarity of the two opposite parts for studying disasters triggered by natural hazards. We suggested that the first step for an integrative approach refers to expanding the range of data sources and analysis techniques used. To do this, in this study, we discussed different types of data, followed by the methods that can be used for combining them. At the end of the chapter, we advanced the discussion by presenting other dichotomies related to natural hazards and disaster studies and explored how the integration of the parts can depict plurality.

Data: the first step for an integrative approach

In classical physics, an event can be depicted by a set of coordinates: (x, y, z, t), where x, y, z are the three-dimensional (3D) spatial axes and t is the one-dimensional (1D) temporal axis. Thus, following this perspective, the data used to describe events can be expressed on spatio-temporal dimensions. Furthermore, data are symbols that represent properties of objects, events, and their environments, i.e., products of observation (ACKOFF, 1989). In this context, data is the basis for understanding the world inside the "data–information–knowledge–wisdom (DIKW) hierarchy" (Figure 3; ROWLEY, 2007). This hierarchy is often implicitly used in methodologies where information results from data analysis when added to a context; knowledge is defined in terms of information containing meanings; whereas

wisdom adds value and insights to knowledge through methodical judgments. Hence, the science development first depends on the data.



Source: Rowley (2007)

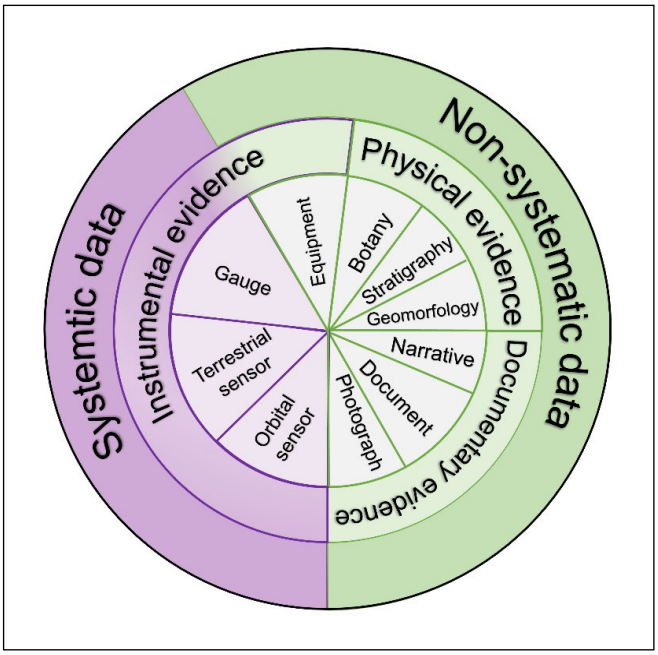
Figure 3. Data-Information-Knowledge-Wisdom (DIKW) Hierarchy.

Data can be classified following different criteria: type (qualitative or quantitative), who gathered (primary or secondary), recording mode (systematic or non-systematic), source (instrumental, physical, or documentary evidence), among others. In this study, we adopted the data classification according to the record mode and the source (Table 1; Figure 4). Dealing with systematic and non-systematic data from different sources requires understanding quantitative and qualitative data gathering and processing techniques.

Table 1. Characteristics of systematic and non-systematic data

Systematic data	Non-systematic data
• Recording with a predefined temporal interval (Δt), resulting in a time-series • Δt = constant	• Recording with irregular and discontinuous temporal interval • Δt ≠ constant
• Recording in the same position ($\vec{x}$) over time • $\vec{x}$ = (x, y, z)	• Recording in different positions over time • $\vec{x}$ ≠ constant
• Quantitative data continuously recording (time-series)	• Qualitative data • Quantitative inferences from qualitative data • Quantitative data from a single recording

Source: Vanelli; Fan; Kobiyama (2020).



Source: Vanelli; Fan; Kobiyama (2020).

Figure 4. Combined use of systematic and non-systematic data from instrumental, physical, and documentary sources for a more integrative perspective of the disasters.

Each data type has advantages and limitations. For instance, systematic data enables the investigation of causal relations over time (longitudinal analysis); whereas non-systematic data can provide important details about the past phenomena. Hence, the combined use of systematic and non-systematic data from instrumental, physical, and documentary sources has high potential to provide a more holistic perspective needed to understand disasters' complex problems. More details about systematic and non-systematic data can be found in Vanelli, Fan, and Kobiyama (2020).

Disaster research needs to move forward to ensure more relevant and reliable descriptions of the social and physical dimensions. To this end, data from different sources must be treated as complementary and equally valuable. With this in mind, local knowledge and practices (e.g. traditional knowledge, indigenous people, stakeholders) can actively contribute to scientific knowledge development. Traditional knowledge is based on personal and collective experiences from local communities developed over time and passed through generations, whose attributes are related to the long-time experiences of religious, folklore, and mythical beliefs, and tightly connected to the characteristics of the local environment. While modern scientific knowledge is based on strict methodologies and rational explanations, local knowledge is based on long-time experience and can provide vast empirical data of natural phenomena and how

the population dealt with them (RAI; KHAWAS, 2019). Therefore, relevant non-systematic data can be gathered from local knowledge using techniques, mainly from social sciences (e.g. ethnography, focus groups, among others) and used together with systematic data from modern scientific knowledge.

Empirical work, which involves interaction between citizens and researchers requires following guidelines for safeguarding good research practice. In this regard, attention must be paid to data management, power dynamics, researcher positionality in fieldwork with participants, anonymity and confidentiality issues, ethical principles to minimize the risks to participants, mainly disadvantaged groups and marginalized minority populations (FLINT; JONES; HORSBURGH, 2017; RANGECROFT *et al.*, 2021; VANELLI; KOBIYAMA; BRITO, 2022). In Brazil, there an ethical directive is in place (Resolution n.466/2012) for research involving human beings, but it is focused on health sciences research (GUERRIERO; MINAYO, 2013). Given that biomedical studies and empirical social studies have different characteristics, ethical directives focused on social questions in the Brazilian context need to be developed (GUERRIERO; MINAYO, 2013). Despite this gap, prioritizing ethical and equitable relationships between scientists and the population - stakeholders, and mainly, traditional people - is fundamental for understanding existing problems and co-developing solutions through integrating local heterogeneous characteristics and global scientific knowledge. With this in mind, local knowledge can provide more than relevant non-systematic data, the combination of knowledge and skills from both specialists and affected communities can produce effective DRR strategies.

Therefore, we suggest that rethinking what data is, how it is gathered and processed corresponds to the first step for an integrative approach in disaster research. Understanding that both quantitative and qualitative data and social and physical data are complementary and equally valuable, systematic and non-systematic data from different sources can be used for better understanding the interwoven social and environmental processes. To do this, qualitative and quantitative data gathering and processing techniques must be recognized and used in combination.

Mixed method: the combination of qualitative and quantitative strengths

The basic assumption of mixed method approaches is that the use of quantitative and qualitative methods in combination provides a better understanding of the research problem and question than either method by itself (CRESWELL, 2012). This assumption arises due to the need to holistically understand complex research problems (SAMPIERI; COLLADO; BAPTISTA LUCIO, 2010). Mixed methods are also referred to as, integrative research,

mixed research, multiple research, triangulation, multi-strategy, among others (BRYMAN, 2007; CRESWELL, 2012; DI BALDASSARRE *et al.*, 2021; JOHNSON; ONWUEGBUZIE, 2004).

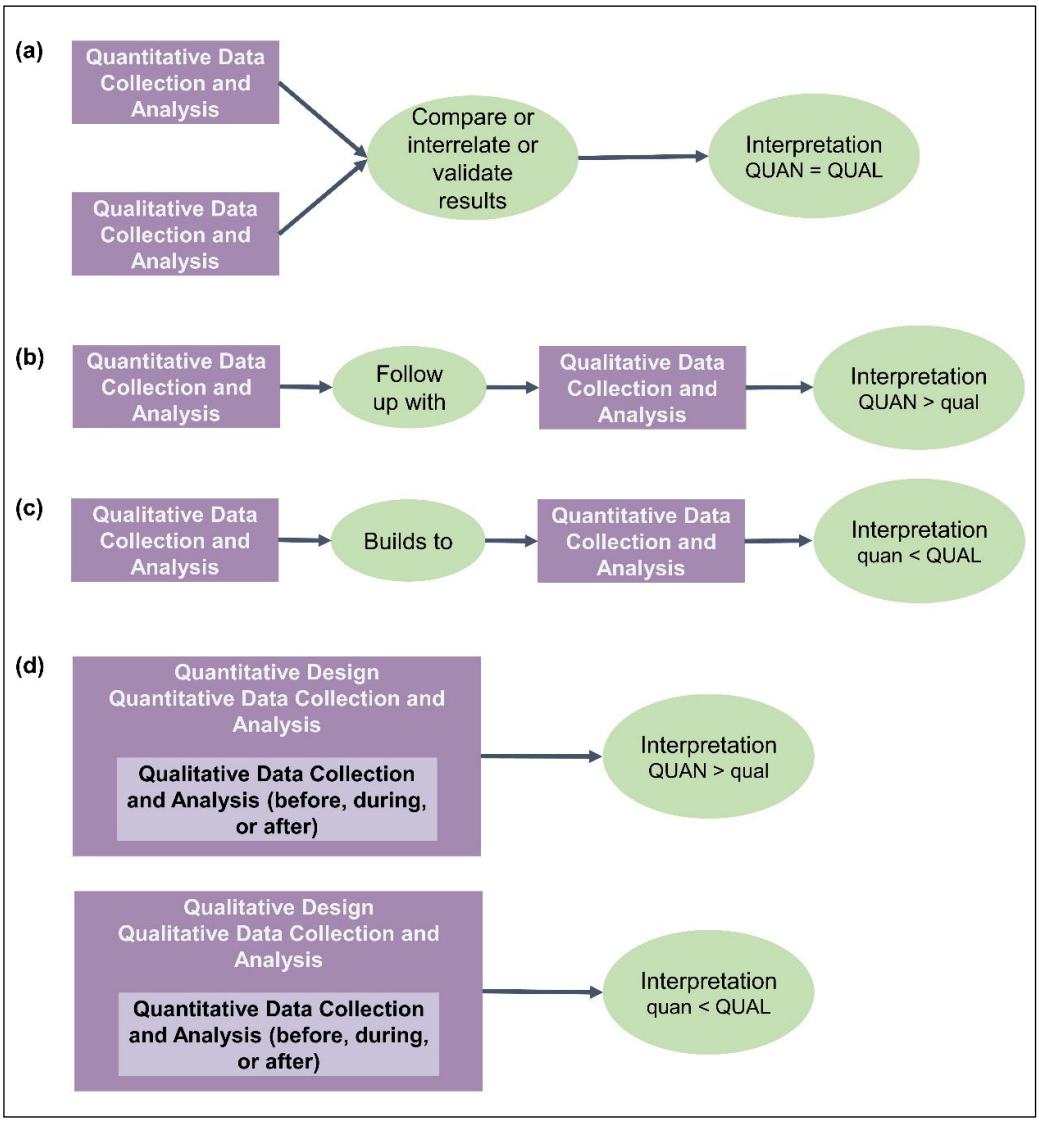
In other words, mixed methods are an integrative approach that overcomes the dichotomized categories: qualitative × quantitative. Their application can be justified by the fact that the world is a combination of objective reality and subjective one. If both objective and subjective realities coexist in the real world, why can not quantitative (objective) and qualitative (subjective) methods coexist in research investigation? In disasters research, the use of integrative approach designs makes it possible to better understand the diverse social, economic, environmental, and political parts that make up natural hazards and disasters (ERIKSEN; GILL; BRADSTOCK, 2011). Hence, researchers have more confidence in the findings because when different methods produce the same or similar results they are less likely to be artifacts (MUNAFÒ; DAVEY SMITH, 2018).

The refusal of some scientists to engage in mixed methods research design is grounded in a series of issues. Gray (2014) indicated that there are differences between ontology and epistemology paradigms of quantitative and qualitative methods. Quantitative methods often assume objectivist and positivist lenses, assuming that researchers are uninvolved with the objects of study. On the other hand, qualitative methods tend to follow constructivist and interpretivist point of view, assuming that the phenomena are constructed/interpreted through researchers' interactions with reality. Therefore, while in quantitative research, the object of study is static to the researcher's presence, in qualitative research, two researchers can have different constructions of the phenomenon (GRAY, 2014). It is worth mentioning that these quantitative methods are not exclusively used by natural sciences. In social sciences, there are quantitative purists researchers, that believe that social observations should be treated as entities in much the same way that physical scientists treat physical phenomena (JOHNSON; ONWUEGBUZIE, 2004).

Given that purists claim that quantitative and qualitative methods are mutually exclusive regarding the research, the pragmatists accept the plurality and refuse the dichotomy quantitative × qualitative. The pragmatism translated by the mixed methods allows the researchers to select suitable methods and approaches concerning their research questions, rather than about some preconceived biases (JOHNSON; ONWUEGBUZIE, 2004). With this in mind, pragmatism can be considered the philosophy of mixed methods. Mixed methods research is, generally speaking, an approach to knowledge (theory and practice) that attempts to consider multiple viewpoints, perspectives, positions, and standpoints of qualitative and quantitative research (JOHNSON; ONWUEGBUZIE; TURNER, 2007).

The main basic designs of the mixed methods are: (a) the convergent parallel (simultaneous) design, also called triangulation, (b) the explanatory sequential design, (c) the exploratory sequential design, and (d) the embedded design (Figure 5)(CRESWELL, 2012). The purpose of the first design is to simultaneously collect both quantitative and qualitative data, to merge the data, and to use the results to understand a research problem (Figure 5a); whereas the sequential design (Figure 5b, 3c), the data collection and process occur in two phases, with one form of data collection following and informing the other. The purpose of the last design is to collect quantitative and qualitative data simultaneously or sequentially but to have one form of data play a supportive role to the other form of data (Figure 5d).

Some studies in the disaster field apply mixed methods with the above-mentioned designs. For instance, in a parallel design study, Massazza, Brewin and Joffe (2019) investigated the perceptions of causation for the earthquake damage. They gathered both quantitative from questionnaires and qualitative data from interviews, analysed both datasets separately, compared and interpreted the results by triangulation. Applying this research design, they concluded that both results supported each other. Ferdous *et al. (*2018), in an explanatory sequential design study, applied questionnaires to obtain quantitative results, and then refine or elaborate these findings through an in-depth qualitative exploration in the second phase through focus groups. Unlike the convergent design, the two different forms of data do not have to converge or integrate. Whereas, Vanelli *et al.* (2020) applied an embedded design study and added qualitative data into a quantitative design. They gathered quantitative and qualitative data simultaneously, respectively, from instrumental and documentary evidence, but the qualitative data had a supportive role.



Source: Creswell (2012).

Figure 5. Main types of mixed designs: (a) the convergent parallel (simultaneous) design, (b) the explanatory sequential design, (c) the exploratory sequential design, and (d) the embedded design; *QUAN=QUAL* means an equal emphasis on both data forms, *QUAN* > *qual* means an emphasis on quantitative data, and *quan* < *QUAL* means an emphasis on qualitative data.

However, mixed methods are still now less frequently applied in disaster research (RUSCA; DI BALDASSARRE, 2019; VANELLI; KOBIYAMA; BRITO, 2022). Against this background and recognizing the Anthropocene (ELLIS, 2017; KNITTER *et al.*, 2019; ZIEGLER, 2019), the interdisciplinary researchers should investigate socio-natural phenomena in an integrative approach because human and Earth systems are interrelated. Geographers that cross social and natural sciences, as well as socio-hydrologists and other socio-natural scientists, are called for working together, which allows to better understand the interwoven between societal and environmental factors.

Integration as plurality

In the present study, we suggested that dichotomous thinking can be overcome by an integrative approach. Although two components are combined, the individual characteristics are retained. The parts constitute the "unity" and interact with each other in a dynamic system. With this in mind, we presented several dichotomies related to disaster studies and proposed integrative approaches that can contribute to overcoming this dichotomous thinking (Table 2). Figure 6 illustrates this idea of dichotomous and integrative approaches.

In the previous section 2, we suggested that rethinking data can be the first step for overcoming the dichotomous thinking in disasters research. This fact is due to data being the basis of the DIKW hierarchy. Concerning negative interactions between natural hazards and socio-technological vulnerabilities that can result in disaster, then both physical and social data are equally and simultaneously required for a better understanding of how to minimize or avoid the disaster occurrence. Although each researcher's background influences their own perspective of the study, social and natural researchers with a common research goal and sharing methods can cross the boundaries of their disciplines (interdisciplinary). Hence, mixed methods are more suitable than just qualitative or quantitative techniques for systematic and non-systematic data collection and processing.

In a domino effect, knowledge sharing between scientists and stakeholders can be an essential part for better understanding interwoven between societal and environmental processes and co-developing solutions. Traditional knowledge holds vast observational data of the natural phenomenon and can help modern science to understand and analyse natural hazards in more precise ways (DEKENS, 2008). The integration of traditional, local, and scientific knowledge is likely to provide a more useful and context-specific basis for climate adaptation planning (NALAU *et al.*, 2017). For instance, the Simeulueans community in Indonesia employed strategies based on their traditional knowledge to deal with a Tsunami in 2004, and within 78,000 Simeulueans only seven lost their lives, while 200,000 people died in the rest of Indonesia, (LAMBERT; SCOTT, 2019). Rai and Khawas (2019) described several successful issues about DRR in Asia, where traditional knowledge and scientific research are used in an integrative approach. The exchanges of perspectives between people, managers, and scientists contribute to the production of shared understandings, where implicit and tacit knowledge is transformed into support decision-making, enhancing the credibility and deployment of the final results (DE BRITO; EVERS; DELOS SANTOS ALMORADIE, 2018). Hence, the cooperation between indigenous communities, stakeholders, and scientists enables the characteristics of each societal context to be respected, generating community-based solutions, instead of generic technocratic productions (RAI; KHAWAS, 2019).

Table 2. Dichotomies related to disasters triggered by natural hazards and proposed integrative approaches.

Dichotomous approach		Suggestions of Integrative approach
Component A	**Component B**	
Social environment	Natural environment	Socio-natural / Real-world
Quantitative data	Qualitative data	Quanti-Qualitative data
Systematic data	Non-systematic data	-
Quantitative method	Qualitative method	Mixed method
Natural science	Social science	Interdisciplinary science
Stakeholders participation / Indigenous and Traditional knowledge	Experts / Scientific knowledge	Transdisciplinary science
Hazard	Vulnerability	Risk
Structural measures	Non-structural measures	Interwoven structural and non-structural measures / Integrated measures/ Mixed measures
Global	Local	Glocal
Urban areas	Rural areas	Ruralization of urban areas / Rural and urban in synergy
Physical Geography	Human Geography	Geography
Hydrology	Social sciences	Socio-hydrology
Geomorphology	Social sciences	Sociogeomorphology
Western philosophy	Eastern philosophy	-

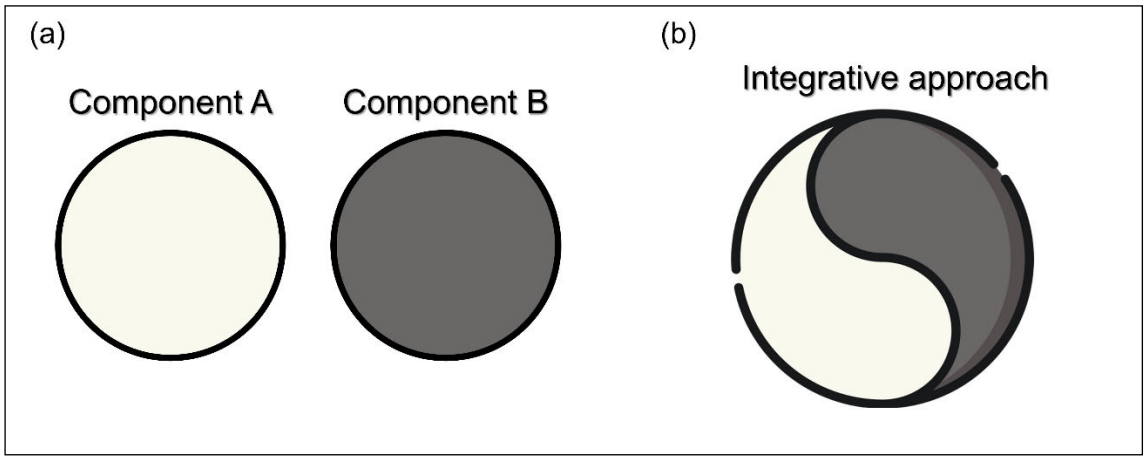


Figure 6. (a) Dichotomous approach: two components on opposite sides; (b) Integrative approach: two components shaping one unity.

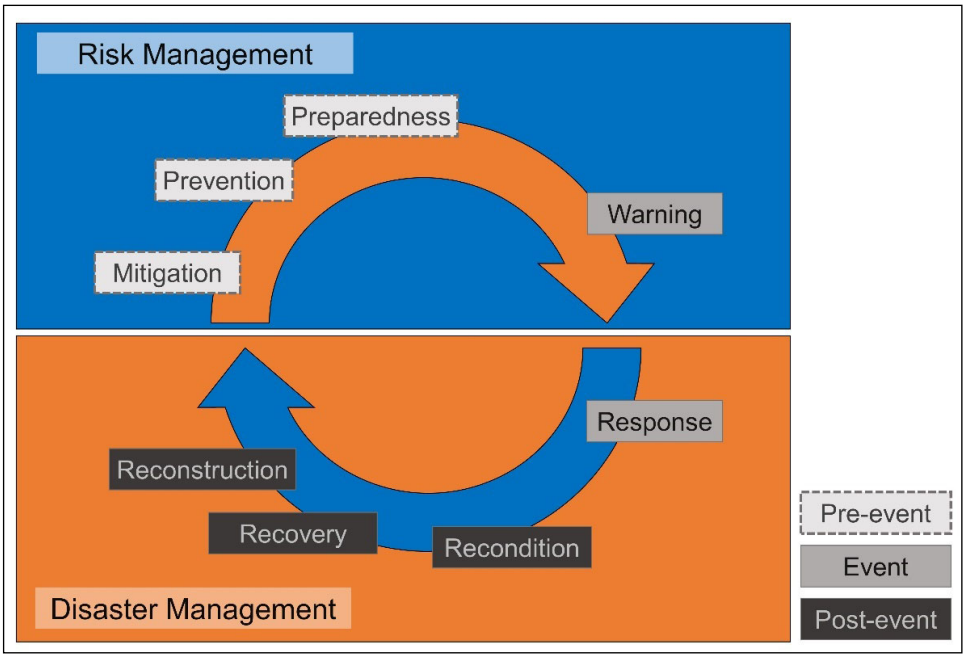
However, several scientists mainly from natural sciences have resistance to indigenous or traditional knowledge, which difficult integrative process. Action to reduce the gap is observed in sciences and policies, especially related to the holistic approach of sustainable development. The challenges arising from climate change will force society to adapt to different environmental dynamics. However,

its success will rely not only on the human capacity of adaptation (LOUCKS; STEDINGER; STAKHIV, 2006) but on the capacity of sciences and government to induce the necessary changes.

Although natural disasters are multifaceted, the disciplinary dichotomy influences the perspective assumed in disaster studies. Overall, two approaches predominate in the studies: the hazard paradigm and the vulnerability paradigm (GAILLARD; MERCER, 2013; GILBERT, 1995). The first paradigm focuses on natural hazards as independent variables and communities as dependent variables react against an external agent (hazard). Otherwise, the vulnerability paradigm focuses on social aspects, where the disaster is no longer experienced purely as a reaction to a natural phenomenon; rather, it can be seen as an action, a result, and, more precisely, as a social consequence. The hazard and vulnerability paradigms evince dichotomous thinking in natural disaster research (VANELLI; KOBIYAMA, 2021).

As presented in Table 2, the risk is a result of an integrative approach, but due to dichotomous thinking, this term is used with different definitions and applications that differ among various sciences. In natural sciences, the risk is a variable, a measurable element, therefore it can be presented as an equation and used to indicate when action is needed. As a complementary opposite, in social sciences, the risk is a social object and concentrates on understanding human behavior (VEYRET, 2015). However, inhabited space is a coupled system between social and natural interactions.

The management strategies for DRR consist of three interlinked steps: pre-event, event, and post-event (Figure 7) (VANELLI; KOBIYAMA, 2021). With this in mind, the cycle of disaster management is constituted by proactive actions in disaster risk management (mitigation, prevention, preparedness, and warning) and reactive actions in disaster management (disaster response, recondition, recovery, and reconstruction). Although current advances allow predicting events and communicating the population through a warning in a proactive way, the chaotic nature of natural extreme events and social behavior can generate a range of diversity of phenomena, where reactive actions are essential to minimize the negative impacts. Therefore, both proactive and reactive actions are fundamental to reducing disaster losses and impacts.



Source: From Vanelli and Kobiyama (2021).

Figure 7. The disaster management cycle. Blue and orange are the international colors of Civil Protection.

The disaster management cycle is translated into structural and non-structural measures. Structural measures are any physical construction to reduce or avoid possible impacts of hazards, or application of engineering techniques to achieve hazard resistance and resilience in structures or systems (UNDRR, 2009). Examples of structural measures are dams, flood levees, ocean wave barriers, evacuation shelters, among others. While, non-structural measures are any measure not involving physical construction that uses knowledge, practice, or agreement to reduce risks and impacts, in particular through policies and laws, public awareness-raising, training, and education (UNDRR, 2009), for instance, early warning, evacuation plan, and emergency response preparedness. In summary, structural measures are engineering solutions that act as physical barriers to events and non-structural measures include social solutions. Both the measures have advantages and limitations and they should be planned in an integrated way. For instance, the construction of levees (structural measure) can allow the population to have more time to evacuate their houses according to an evacuation plan (non-structural measure); but, at the same time, education for awareness-raising should be practiced, because the levees can generate a false sense of security – high trust in the structural measure – that reduces coping capacities thereby increasing social vulnerability (DI BALDASSARRE *et al.*, 2019).

The management strategies for DRR require to overcome the dichotomy in the global × local spatial scale. Because, in the real world, spatial scales are

interdependent: the origin can be local but consequences are global, just as, causes can originate globally but their impacts are/will be local (LOURENÇO, 2014). The sociologist Robertson (1994) and the geographer Swyngedouw (2004), proposed the concept of "glocal" based on the business Japanese concept, aiming to express the connections between both scales. Understanding the heterogeneous characteristics of the local scale and how they affect the global dynamics has the same relevance as understanding the connections and influences that occur on a global scale and the consequences on a local scale. In this case, the example of the Covid-19 pandemic can help in presenting the 'glocal' scale. There are homogeneous characteristics at the global scale, but the human, material, economic, and environmental losses, and impacts are different by the locally-heterogeneous characteristics.

The idea of extreme opposites can also be observed in the municipalities' separation into rural and urban areas. The urbanization process in modern societies refers to the large numbers of people concentrated in relatively small areas. To do this, this process is a set of rejection of vegetation, soil, and rainwater, because vegetation and soil are removed, the soil surface is covered with materials like concrete and stone (soil sealing) and the runoff is accelerated (KOBIYAMA, 2000). So, urban areas are disconnected from the natural environment. In this context, a more integrative proposal is the ruralization of urban areas, in other words, to reincorporate plants, recover soil and retain rainwater (KOBIYAMA, 2000; KOBIYAMA; CAMPAGNOLO; FAGUNDES, 2021). This idea is aligned with Nature-Based Solutions. In 2013, the Chinese government officially initiated the "Sponge City Program" in 30 pilot Chinese cities (QI *et al.*, 2021), a similar idea of ruralization.

In the last decades, some hyphenated sciences have been developed seeking to involve physical and social sciences, for instance, hyphenated hydrology with social sciences (McCurley; JAWITZ, 2017). Hydrology is the science of water and water is essential to human life maintenance and it can shape society and space. Thus, many combinations have been created for connecting both water and societal aspects, such as socio-hydrology, hydroeconomy, hydromitology, etno-hydrology, among others (KOBIYAMA *et al.*, 2020). Socio-hydrology, as an example of hyphenized hydrology, aims to study the coupled social and hydrological systems in an integrative approach. On other hand, inside some sciences can be observed the dichotomy between physical and social aspects. Despite one of the pioneers of the concept of nature-human connection in studies of disasters triggered by natural hazards was the geographer Gilbert F. White in 1945 (ALMEIDA, 2011; MONTE et al., 2021), Geography was subdivided into physical geography and social geography in the century 19th. According to Santos (2017), society causes and suffers transformation in the physical aspect of

space, therefore it must be comprehended for its socio-spatial formation, in which physical, social and economic aspects are interdependent. Hence, geography and socio-hydrology and other socio-natural interdisciplinary sciences must seek to reconcile the gaps created between sciences and between society and nature.

Therefore, the integrative approach we propose here does not mean a 'homogeneity' of the parts or components. The proposed approach considers that each perspective is relevant and has advantages and disadvantages (VANELLI; KOBIYAMA; BRITO, 2022). According to Cambridge Dictionary, "integration" means the action or process of joining or mixing with a different group of people and the action or process of combining two or more things. In dichotomous thinking, the focus is given to only one part at a time (Figure 8a and Figure 8b). Conversely, the integrative approach analyses the coupled system during all research steps (Figure 8d), not just "adding up" results (Figure 8c). As such, an integrative approach can provide a more holistic picture of the real world. Although it can be a challenge to implement, the integrative approach considers the mix of plurality and diversity of perspectives retaining the individual characteristics of each part. Working with the pluralism of philosophies, methodologies, backgrounds, and experiences can provide new ideas, perspectives, and potential solutions for complex problems (KRUEGER *et al.*, 2016; RANGECROFT *et al.*, 2021; SLATER; ROBINSON, 2020).

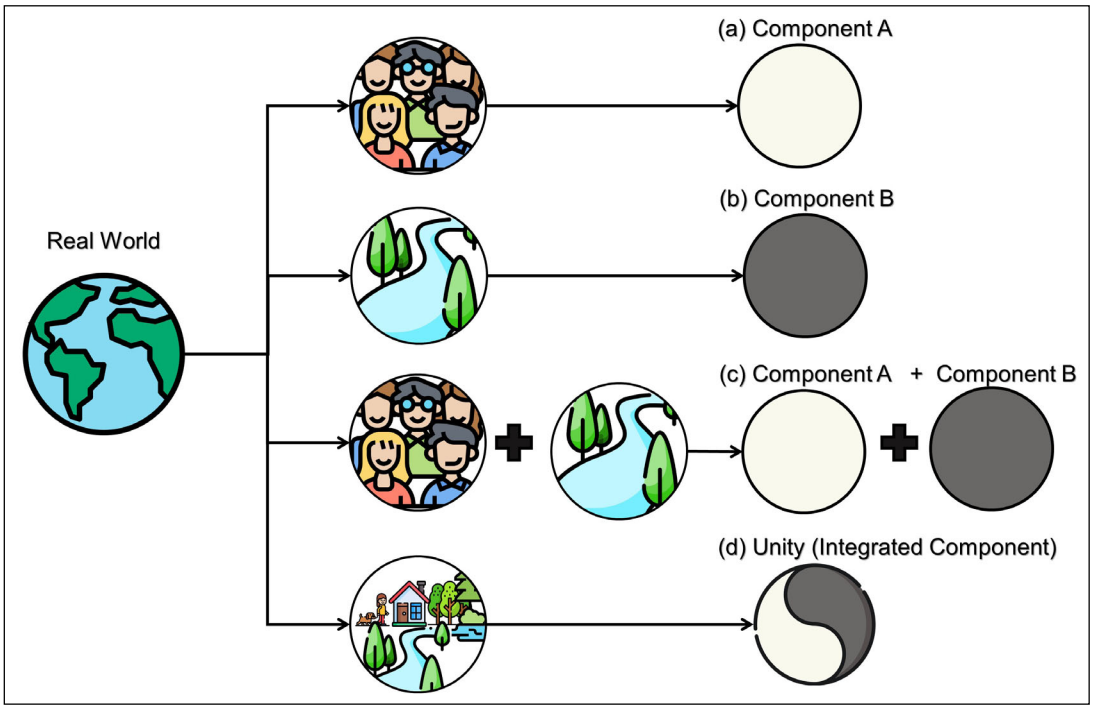


Figure 8. In dichotomous thinking, (a) and (b) single parts are individually analysed and; sometimes, (c) each researcher individually analyse one part and just "adding up" results; whereas in the proposed integrative approach (d) the interwoven phenomena are analysed in all research steps.

Final remarks

Disasters are multifaceted, complex problems, which are often investigated by following the perspectives of each science, disregarding interactions among disciplines. Although disciplinary-focused studies are needed to obtain a deep insight into physical or social processes, integrative approaches can provide targeted information about the interplay between social and physical aspects in a coupled system. To address this, we proposed here the use of an integrative approach based on eastern and western philosophy: “Yin-Yang” and “unity of opposites”, respectively.

We suggested that the current predominant dichotomous thinking should be overcome through this integrative approach, where the ”opposite” parts are complementary and equally valuable, but not homogeneous. In this context, integration means valuing different approaches, diversity, and plurality. We also presented and briefly discussed other dichotomous thinkings. All of them are relevant for obtaining effective DRR in an integrative way. However, given the data-related aspects from Sendai Framework presented in the introduction, we suggested that rethinking data gathering and processing corresponds to the first step for a better understanding of disaster risk in all its dimensions of societal and physical aspects.

We expect this discussion to stimulate thinking and exchange among scientists, opening the debate instead of closing it down and providing a single “final” solution for conducting integrative research. We hope to encourage geographers, social scientists, socio-hydrologists, sociogeomorphologists, and so forth, to take an integrative approach in their research.

References

BEDFORD, Juliet *et al.* A new twenty-first century science for effective epidemic response. **Nature**, [*s. l.*], v. 575, n. 7781, p. 130–136, 2019. Available in: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1717-y>.

BLÖSCHL, G.; VIGLIONE, A.; MONTANARI, A. Emerging Approaches to Hydrological Risk Management in a Changing World. **Climate Vulnerability:** Understanding and Addressing Threats to Essential Resources, [*s. l.*], v. 5, p. 3–10, 2013. Available in: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384703-4.00505-0>.

BRYMAN, Alan. Barriers to Integrating Quantitative and Qualitative Research. **Journal of Mixed Methods Research**, [*s. l.*], v. 1, n. 1, p. 8–22, 2007. Available in: <https://doi.org/10.1177/2345678906290531>.

CAPRA, Fritjof. **The Tao of Physics: An Exploration of the Parallels Between Modern Physics and Eastern Mysticism**. [*S. l.*]: Shambhala Publications, 1975.

CRESWELL, John. **Educational research: planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research**. 4. ed. Boston: [*s. n.*], 2012.

DE BRITO, Mariana Madruga. Compound and cascading drought impacts do not happen by chance: A proposal to quantify their relationships. **Science of the Total Environment**, [*s. l.*], v. 778, p. 146236, 2021. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146236>.

DE BRITO, Mariana Madruga; EVERS, Mariele; DELOS SANTOS ALMORADIE, Adrian. Participatory flood vulnerability assessment: A multi-criteria approach. **Hydrology and Earth System Sciences**, [*s. l.*], v. 22, n. 1, p. 373–390, 2018. Available in: <https://doi.org/10.5194/hess-22-373-2018>.

DEKENS, Julie. Local Knowledge on Flood Preparedness: Examples from Nepal and Pakistan. *In*: SHAW, Rajib; UY, Noralene; BAUMWOLL, Jennifer (org.). **Indigenous Knowledge for Disaster Risk Reduction: Good Practices and Lessons Learnt from the Asia-Pacific Region**. Bangkok: UNDRR, 2008. p. 48–53.

DI BALDASSARRE, Giuliano *et al.* An Integrative Research Framework to Unravel the Interplay of Natural Hazards and Vulnerabilities. **Earth's Future**, [*s. l.*], v. 6, n. 3, p. 305–310, 2018. Available in: <https://doi.org/10.1002/2017EF000764>.

DI BALDASSARRE, Giuliano *et al.* Integrating Multiple Research Methods to Unravel the Complexity of Human-Water Systems. **AGU Advances**, [*s. l.*], v. 2, n. 3, p. 1–6, 2021. Available in: <https://doi.org/10.1029/2021av000473>.

DI BALDASSARRE, Giuliano *et al.* Sociohydrology: Scientific Challenges in Addressing the Sustainable Development Goals. **Water Resources Research**, [*s. l.*], v. 55, n. 8, p. 6327–6355, 2019. Available in: <https://doi.org/10.1029/2018WR023901>.

ELLIS, Erle C. Physical geography in the Anthropocene. **Progress in Physical Geography**, [*s. l.*], v. 41, n. 5, p. 525–532, 2017. Available in: <https://doi.org/10.1177/0309133317736424>.

ERIKSEN, Christine; GILL, Nick; BRADSTOCK, Ross. Trial by fire: Natural hazards, mixed-methods and cultural research. **Australian Geographer**, [*s. l.*], v. 42, n. 1, p. 19–40, 2011. Available in: <https://doi.org/10.1080/00049182.2011.546317>.

FERDOUS, Md Ruknul *et al.* Socio-hydrological spaces in the Jamuna River floodplain in Bangladesh. **Hydrology and Earth System Sciences**, [*s. l.*], v. 22, n. 10, p. 5159–5173, 2018. Available in: <https://doi.org/10.5194/hess-22-5159-2018>.

FLINT, Courtney G.; JONES, Amber Spackman; HORSBURGH, Jeffery S. Data Management Dimensions of Social Water Science: The iUTAH Experience. **Journal of the American Water Resources Association**, [*s. l.*], v. 53, n. 5, p. 988–996, 2017. Available in: <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12568>.

GAILLARD, J. C.; MERCER, Jessica. From knowledge to action: Bridging gaps

in disaster risk reduction. **Progress in Human Geography**, [*s. l.*], v. 37, n. 1, p. 93–114, 2013. Available in: <https://doi.org/10.1177/0309132512446717>.

GILBERT, Claude. Studying Disaster: a review of the main conceptual tools. **International Journal of Mass Emergencies and Disasters**, [*s. l.*], v. 13, n. 3, p. 231–240, 1995. Available in: <https://doi.org/10.1093/benz/9780199773787.article.b00073733>.

GRAY, David E. **Pesquisa no Mundo Real**. 2. ed. [*S. l.*]: Grupo A, 2014.

GUERRIERO, Iara Coelho Zito; MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio de revisar aspectos éticos das pesquisas em ciências sociais e humanas: A necessidade de diretrizes específicas. **Physis**, [*s. l.*], v. 23, n. 3, p. 763–782, 2013. Available in: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312013000300006>.

JACKSON, Guy; MCNAMARA, Karen; WITT, Bradd. A Framework for Disaster Vulnerability in a Small Island in the Southwest Pacific: A Case Study of Emae Island, Vanuatu. **International Journal of Disaster Risk Science**, [*s. l.*], v. 8, n. 4, p. 358–373, 2017. Available in: <https://doi.org/10.1007/s13753-017-0145-6>.

JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony J. Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. **Educational Researcher**, [*s. l.*], v. 33, n. 7, p. 14–26, 2004. Available in: <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>.

JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony J.; TURNER, Lisa A. Toward a definition of mixed methods research. **Journal of Mixed Methods Research**, [*s. l.*], v. 1, n. 2, p. 112–133, 2007. Available in: <https://doi.org/10.1002/9781119410867.ch12>.

KNITTER, Daniel *et al.* Geography and the Anthropocene: Critical approaches needed. **Progress in Physical Geography**, [*s. l.*], v. 43, n. 3, p. 451–461, 2019. Available in: <https://doi.org/10.1177/0309133319829395>.

KOBIYAMA, Masato; *et al.* Aplicação de Hidrologia na Gestão de Riscos e de Desastres Hidrológicos. *In*: CASTRO, Dilton de (org.). **Ciclo das Águas na bacia hidrográfica do rio Tramandaí**. 1. ed. Porto Alegre, RS: Sapiens, 2019. p. 135–1340.

KOBIYAMA, Masato; Ruralização na gestão de recursos hídricos em área urbana. **Revista OESP Construção**, [*s. l.*], v. 5, n. 32, p. 112–117, 2000.

KOBIYAMA, Masato; *et al.* Uso da Bacia-Escola na Redução do Risco de Desastres: uma abordagem Socio-hidrológica. *In*: MAGNONI JÚNIOR, Lourenço *et al.* (org.). **Redução do Risco de Desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2. ed. São Paulo: [*s. n.*], 2020. p. 510–533.

KOBIYAMA, Masato; CAMPAGNOLO, Karla; FAGUNDES, Marina Refatti. Ruralization for water resources management in urban area revisited. **Revista Geografia Acadêmica**, [*s. l.*], v. 15, n. 2, p. 68–88, 2021.

KRUEGER, Tobias *et al.* A transdisciplinary account of water research. **WIREs Water**, [*s. l.*], v. 3, n. 3, p. 369–389, 2016. Available in: <https://doi.org/10.1002/

wat2.1132>.

LAMBERT, Simon J.; SCOTT, John C. International disaster risk reduction strategies and indigenous peoples. **International Indigenous Policy Journal**, [*s. l.*], v. 10, n. 2, 2019. Available in: <https://doi.org/10.18584/iipj.2019.10.2.2>.

LOUCKS, Daniel P.; STEDINGER, Jery R.; STAKHIV, Eugene Z. Individual and societal responses to natural hazards. **Journal of Water Resources Planning and Management**, [*s. l.*], v. 132, n. 5, p. 315–319, 2006. Available in: <https://doi.org/10.1007/1-4020-4663-4_17>.

LOURENÇO, Nelson. Globalização e glocalização. O difícil diálogo entre o global e o local. **Mulemba**, [*s. l.*], v. 4, n. 8, p. 17–31, 2014. Available in: <https://doi.org/10.4000/mulemba.203>.

MASSAZZA, Alessandro; BREWIN, Chris R.; JOFFE, Helene. The Nature of "Natural Disasters": Survivors' Explanations of Earthquake Damage. **International Journal of Disaster Risk Science**, [*s. l.*], v. 10, n. 3, p. 293–305, 2019. Available in: <https://doi.org/10.1007/s13753-019-0223-z>.

MCCURLEY, Kathryn L.; JAWITZ, James W. Hyphenated hydrology: Interdisciplinary evolution of water resource science. **Water Resources Research**, [*s. l.*], v. 53, n. 4, p. 2972–2982, 2017. Available in: <https://doi.org/10.1002/2016WR019835>.

MUNAFÒ, Marcus R.; DAVEY SMITH, George. Robust research needs many lines of evidence. **Nature**, [*s. l.*], v. 553, n. 7689, p. 399–401, 2018. Available in: <https://doi.org/10.1038/d41586-018-01023-3>.

NALAU, J. *et al.* Mapping tourism stakeholders' weather and climate information-seeking behavior in Fiji. **Weather, Climate, and Society**, [*s. l.*], v. 9, n. 3, p. 377–391, 2017. Available in: <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-16-0078.1>.

QI, Yunfei *et al.* Exploring the Development of the Sponge City Program (SCP): The Case of Gui'an New District, Southwest China. **Frontiers in Water**, [*s. l.*], v. 3, n. May, p. 1–17, 2021. Available in: https://doi.org/10.3389/frwa.2021.676965

RAI, Pribat; KHAWAS, Vimal. Traditional knowledge system in disaster risk reduction: Exploration, acknowledgement and proposition. [*s. l.*], p. 1–7, 2019.

RANGECROFT, Sally *et al.* Guiding principles for hydrologists conducting interdisciplinary research and fieldwork with participants. **Hydrological Sciences Journal**, [*s. l.*], v. 66, n. 2, p. 214–225, 2021. Available in: <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1852241>.

ROBERTSON, Roland. Globalisation or glocalisation? **Journal of International Communication**, [*s. l.*], v. 1, n. 1, p. 33–52, 1994. Available in: <https://doi.org/10.1080/13216597.2012.709925>.

ROWLEY, Jennifer. The wisdom hierarchy: Representations of the DIKW hierarchy. **Journal of Information Science**, [*s. l.*], v. 33, n. 2, p. 163–180, 2007.

Available in: <https://doi.org/10.1177/0165551506070706>.

RUSCA, Maria; DI BALDASSARRE, Giuliano. Interdisciplinary critical geographies of water: Capturing the mutual shaping of society and hydrological flows. **Water** (Switzerland), [*s. l.*], v. 11, n. 10, 2019. Available in: <https://doi.org/10.3390/w11101973>.

RUSCA, Maria; MESSORI, Gabriele; DI BALDASSARRE, Giuliano. Scenarios of Human Responses to Unprecedented Social-Environmental Extreme Events. **Earth's Future**, [*s. l.*], v. 9, n. 4, p. 1–20, 2021. Available in: <https://doi.org/10.1029/2020EF001911>.

SAMPIERI, RobertoHernández; COLLADO, Carlos Fernández; BAPTISTA LUCIO, Maria del Pilar. Historia de los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto: raíces y momentos. *In*: **Metodología de la investigación**. 5. ed. [*S. l.*]: McGraw-Hill, 2010. *E-book*.

SANTOS, Milton. Sociedade e Espaço: A formação social como teoria e como metodo. **Boletim Paulista de Geografia**, [*s. l.*], n. 54, p. 81–100, 2017.

SLATER, Kimberley; ROBINSON, John. Social learning and transdisciplinary co-production: A social practice approach. **Sustainability (Switzerland)**, [*s. l.*], v. 12, n. 18, p. 1–17, 2020. Available in: <https://doi.org/10.3390/su12187511>.

SWYNGEDOUW, Erik. Globalisation or 'glocalisation'? Networks, territories and rescaling. **Cambridge Review of International Affairs**, [*s. l.*], v. 17, n. 1, p. 25–48, 2004. Available in: <https://doi.org/10.1080/0955757042000203632>.

UNDRR. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030**. Geneva, Switzerland: [*s. n.*], 2015. Available in: <https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>.

UNDRR. **Terminology on Disaster Risk ReductionUNDRR**. Geneva: Cornell University Press, 2009.

UNITED NATIONS FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Human Cost of Disasters**. Geneva: [*s. n.*], 2020. Available in: <https://doi.org/10.18356/79b92774-en>.

VANELLI, Franciele Maria *et al.* The 1974 Tubarão River flood, Brazil: reconstruction of the catastrophic flood. **Journal of Applied Water Engineering and Research**, [*s. l.*], v. 8, n. 3, p. 231–245, 2020. Available in: <https://doi.org/10.1080/23249676.2020.1787251>.

VANELLI, Franciele Maria; FAN, Fernando; KOBIYAMA, Masato. Panorama geral sobre dados hidrológicos com ênfase em eventos hidrológicos extremos. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, [*s. l.*], v. 17, n. 1, p. 19, 2020. Available in: <https://doi.org/10.21168/rega.v17e24>.

VANELLI, Franciele Maria; KOBIYAMA, Masato. How can socio-hydrology contribute to natural disaster risk reduction? **Hydrological Sciences Journal**, [*s. l.*], v. 66, n. 12, p. 1758–1766, 2021. Available in: <https://doi.org/10.1080/02

626667.2021.1967356>.

VANELLI, Franciele Maria; KOBIYAMA, Massato. Situação atual da socio-hidrologia no mundo e no Brasil. *In*: , 2019, Foz do Iguaçu. **XXIII Simpósio Brasileiro De Recursos Hidrícos**. Foz do Iguaçu: [*s. n.*], 2019. p. 1–10. Available in: <http://anais.abrh.org.br/works/5932>.

VANELLI, Franciele Maria; KOBIYAMA, Masato; BRITO, Mariana Madruga De. **To which extent are socio-hydrology studies truly integrative?** The case of natural hazards and disaster research. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 26. May p. 2301–2317, 2022. Available in: <https://doi.org/10.5194/hess-26-2301-2022>.

VANELLI, Franciele Maria; KOBIYAMA, Masato; MONTEIRO, Leonardo Romero. Dicotomias associadas aos desastres. *In*: , 2020, Rio de Janeiro. **II Encontro Nacional de Desastres**. Rio de Janeiro: [*s. n.*], 2020. p. 1–4.

VEYRET, Yvette. **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: [*s. n.*], 2015.

VILÍMEK, Vít; SPILKOVÁ, Jana. Natural hazards and risks: the view from the junction of natural and social sciences. **Geografie**, [*s. l.*], v. 114, n. 4, p. 332–349, 2009. Available in: <https://doi.org/10.37040/geografie2009114040332>.

WORLD BANK; UNITED NATIONS. **Natural Hazards, UnNatural Disasters**. Washington DC: [*s. n.*], 2010.

ZIEGLER, Susy Svatek. The Anthropocene in Geography. **Geographical Review**, [*s. l.*], v. 109, n. 2, p. 271–280, 2019. Available in: <https://doi.org/10.1111/gere.12343>.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

MODELAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VEZ

MAXIMUM PRECIPITATION MODELING IN THE VEZ RIVER WATERSHED

Maria da Glória Gonçalves[1]

Introdução

A Teoria dos Valores Extremos (TVE) é um ramo da estatística que investiga os valores usualmente denominados de *outliers* e que são, muitas vezes, ignorados ou mesmo eliminados ao ajustar um modelo estatístico aos dados em análise. Deste modo, o estudo dos valores extremos investiga as observações, de um conjunto de dados, que se localizam longe do seu centro, contrariando o que é usual na maioria das aplicações da estatística, cujas metodologias analisam o comportamento dos dados em torno da sua média e/ou mediana. Contudo, estes acontecimentos, mesmo não sendo os que mais frequentemente ocorrem, podem ter um impacto negativo, ou mesmo catastrófico, com consequências desastrosas para a sociedade e, como tal, é fundamental ter ferramentas metodológicas disponíveis para os quantificar. A TVE possibilita a modelação e análise de eventos raros (baixa frequência) mas de grande impacto, eventos extremos, como as cheias, que têm grande repercussão na sociedade. Podemos, então, mencionar que é a teoria de modelação de eventos que ocorrem com probabilidade muito pequena, consideradas situações atípicas, mas que podem ter impactos significativos sociais e económicos.

Um valor extremo é aquele que não se encontra incluído no intervalo de valores previamente definido como “normal”, ou seja, é um valor que só raramente é atingido, um acontecimento raro. O estudo do comportamento destes valores, refere-se ao estudo do comportamento da cauda da distribuição de interesse. Segundo o Teorema de Fisher-Tippett (lei limite para extremos), os valores extremos (após normalização, caso existam as sucessões de constantes

1 Centro de Estudos Geográfico, Universidade de Lisboa, R. Branca Edmée Marques, 1600-276, Lisboa, Portugal. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3627-5404. E-mail: goncalves.gloria@gmail.com.

normalizadoras e não convirja para uma variável aleatória degenerada) só convergem para uma das três distribuições limite possíveis: *Gumbel*, *Fréchet* e *Weibull*, que apresentam formas de comportamento distintas da cauda da distribuição de interesse. Estas três famílias de distribuição podem, no entanto, ser representadas numa única expressão, designada por distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV).

Sendo as excedências do nível *u* as observações com valor superior a este nível *u* e os excessos a diferença entre o valor dessas observações e nível *u*, a distribuição dos excessos, condicionada à ocorrência de uma observação acima do nível elevado *u*, é caraterizada (se pertencer ao domínio de atração da GEV) por uma distribuição de Pareto Generalizada (GP), a denominada Teorema de *Pickands-Balkema-de Haan* (Alves; Rosário, 2015). Tal como a GEV, a GP pode ser separada em três famílias de acordo com o parâmetro da forma (*Exponencial*, *Pareto* e *Beta*). Um resultado crucial para a aplicação da metodologia POT, para a qual a escolha do valor do nível *u* é determinante.

Ora, os parâmetros de maior interesse relacionados com a cauda da distribuição são o índice de cauda (), que estão associados à frequência com que ocorrem os eventos extremos, e os quantis elevados (Q_{1-p}), níveis que são excedidos com probabilidade reduzida (*p*).

A inferência estatística também se baseia em observações extremas para modelar acontecimentos raros (estimadores de índice de cauda e de quantis de ordem elevada ou reduzida), sendo que as principais formas de abordar o problema são a modelação por blocos (máximo e/ou mínimo por blocos) e a modelação das excedências de um nível elevado.

Atualmente, são muitas as áreas de aplicação da TVE, como por exemplo nas apólices de seguros multirriscos, na hidrologia ou hidráulica [consulte-se, por exemplo, Beirlant *et al.* (2004), Castillo *et al.* (2005), Em- brechts *et al.* (2001), Gomes (2019), Reiss e Thomas (2007)]. Assim, entre outros exemplos, a TVE é aplicada na modelação de dados meteorológicos extremos ou catastróficos com consequências para a sociedade, tais como a ocorrência de cheias devido a níveis de precipitação intensos [citando alguns autores, Alves e Rosário (2015), Neves (2010), Reis (2014), Rosário (2013)]. Por exemplo extremos pode ser aqui apontado, na estimação da probabilidade de o volume de precipitação ultrapassar um determinado limite que coloque em risco um reservatório de água de uma barragem.

Com base em Alves e Rosário (2015), aplicamos estas abordagens aos dados de precipitação recolhidos na estação meteorológica de Casal Soeiro (centro urbano da Bacia Hidrográfica portuguesa do rio Vez [BHRVez]), para estimar o período de retorno para determinados níveis de precipitação, bem como os níveis de retorno a *T*-anos ou associados a uma probabilidade de excedência diminuta.

Portanto, com base em observações diárias entre 1961 e 1989, para a estimação dos parâmetros, utilizamos as observações mais elevadas anuais, as cinco e as dez mais elevadas observações de cada ano e ainda os valores máximos mensais acima de determinado limiar. Para os cálculos recorremos ao *software RStudio*, sobretudo aos *packages evd*, *evir*, *fExtremes* e *ismev*, obtendo-se as explicações dos algoritmos em: Coles (2001), Gilleland (2018), Gomes *et al.* (2013), Pfaff *et al.* (2018), Rizzo (2019), Wuertz *et al.* (2017) e Stephenson (2018).

Utilização e explicação da Teoria dos Valores Extremos

A teoria de valores extremos é fundamental para a modelagem de eventos raros de precipitação, sendo estes os responsáveis por desencadear as cheias. assim, sendo, passamos a uma breve explicação da teoria. Seja X_1, …, X_n uma sequência de variáveis aleatórias (va) contínuas, independentes e identicamente distribuídas (iid) com função de distribuição (fd). Assim, se $X_{i:n}$ representar a *i*-ésima estatística ordinal, com $X_{1:n}$ = min{X_1, ..., X_n} e $X_{n:n}$ = max{X_1, ..., X_n}, então pretendemos analisar o comportamento de $X_{i:n}$ que seja próximo de zero ou da unidade, em particular do mínimo $X_{1:n}$ e do máximo $X_{n:n}$. Por este motivo, a distribuição GEV para os máximos[2] desempenha um papel central nesta teoria. A GEV tem fd, conforme a Eq. 1 com parâmetros de localização $\mu \in \mathbb{R}$, de escala $\sigma \in \mathbb{R}^+$ e de forma $\gamma \in \mathbb{R}$.

$$G_\gamma(x) = \exp\left(-\left(1+\gamma\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\gamma}}\right),\ 1+\gamma\frac{x-\mu}{\sigma}>0, \qquad \text{Eq. 1}$$

Esta distribuição desempenha um papel central na TVE (comparável, em termos de relevância, ao Teorema Limite Central da estatística clássica), uma vez que se o máximo ($X_{n:n}$) de uma sequência de *n* variáveis aleatórias iid X_1, . . . , *Xn* , após normalização, convergir para uma distribuição não degenerada quando *n* aumenta ($n \to \infty$), então terá de convergir para a distribuição GEV (Teorema do Valor Extremo ou *Teorema de Fisher-Tippett*). Neste caso dizemos que a função *F* pertence ao domínio de atração (DA) de *G* (isto é, $F \in$ DA(*G*)). Além disso, esta distribuição pode ser dividida em três famílias consoante o valor do parâmetro (índice de valores extremos) que mede o peso da cauda-direita da função de sobrevivência G, ou seja, G(*x*): = 1 − G(*x*).[2] Deste modo, obtemos as seguintes distribuições de valores ditos de extremos:

a) se = 0 (no sentido γ 0) obtemos uma distribuição de Gumbel (Tipo I) com fd ilustrada na Eq. 2.

$$\Lambda(x) = \exp\left\{-e^{-\frac{x-\mu}{\sigma}}\right\}, \quad x \in \mathbb{R} \qquad \text{Eq. 2}$$

b) se $\gamma > 0$ obtemos uma distribuição de Fréchet (Tipo II) com fd (Eq. 3),

$$\Phi_\alpha(x) = \begin{cases} 0 & , \text{se } x \le \mu \\ \exp\left\{-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-\alpha}\right\} & , \text{se } x > \mu \end{cases}, \quad \alpha \in \mathbb{R}^+ \qquad \text{Eq. 3}$$

considerando $\alpha = \frac{1}{\gamma}$.

c) se < 0 obtemos uma distribuição de Weibull (Tipo III) com fd (Eq. 4).

$$\Psi_\alpha(x) = \begin{cases} \exp\left\{-\left(-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)^{\alpha}\right\} & , \text{se } x < \mu \\ 1 & , \text{se } x \ge \mu \end{cases}, \quad \alpha \in \mathbb{R}^+ \qquad \text{Eq. 4}$$

considerando $\alpha = \frac{1}{\gamma}$.

Se o objetivo for analisar os excessos $Y_i = X_i - u$, onde u representa um nível elevado da va X, então o *Teorema de Pickands-Balkema-de Haan* garante que a distribuição de X , condicionada a $X > u$, isto é, $F_u(y) = P(Y \le y | X > u)$, converge para a distribuição GP se $F \in DA(G)$. Por conseguinte, outra distribuição central na TVE é a distribuição de GP com fd dada pela Eq. 5.

$$G_{\gamma,\sigma_u}(x) = 1 - \left(1 + \gamma\frac{x-\mu}{\sigma_u}\right)^{-\frac{1}{\gamma}} = \begin{cases} 1 - \left(1 + \gamma\frac{x}{\sigma_u}\right)^{-\frac{1}{\gamma}} & , \text{se } \gamma > 0, \ x \in \mathbb{R}_0^+ \\ 1 - e^{-\frac{x}{\sigma_u}} & , \text{se } \gamma = 0, \ x \in \mathbb{R}_0^+ \\ 1 - \left(1 + \gamma\frac{x}{\sigma_u}\right)^{-\frac{1}{\gamma}} & , \text{se } \gamma < 0, \ 0 \le x \le -\frac{\sigma_u}{\gamma} \end{cases} \qquad \text{Eq. 5}$$

Onde, os parâmetros de escala $\sigma_u \in R^+$ (que depende do nível u considerado) e de forma $\gamma \in \mathbb{R}$. Esta distribuição, consoante o valor do parâmetro de forma, inclui três famílias: a distribuição exponencial (Tipo I) quando $\gamma = 0$ (no sentido $\gamma \to 0$), a distribuição de Pareto (Tipo II) quando $\gamma > 0$ e a distribuição Beta (Tipo III) quando $\gamma < 0$.

Na aplicação a dados de precipitação, consideremos X_1, …, Xn as observações diárias de chuva e Y_1, …, Y_k o máximo anual com distribuição F_Y. Dois conceitos centrais na análise pretendida são o período de retorno para o nível u (período T médio, em anos, em que o máximo anual ultrapassa o nível u, ou seja, o valor esperado de tempo entre duas ocorrências de valores superiores ao nível u), dado pela Eq. 6.

$$T = \frac{1}{\mathrm{P}(Y > u)} = \frac{1}{1 - F_Y(u)} \qquad \text{Eq. 6}$$

Onde, o nível de retorno a T-anos (nível de precipitação que o máximo ultrapassa, em média, todos os T anos, que representa o valor que Y excede com probabilidade $\frac{1}{T}$ em cada ano) determinado pela Eq. 7.

$$U(T) = F_Y^{\leftarrow}\left(1 - \frac{1}{T}\right) = Q_{1-\frac{1}{T}} \qquad \text{Eq. 7}$$

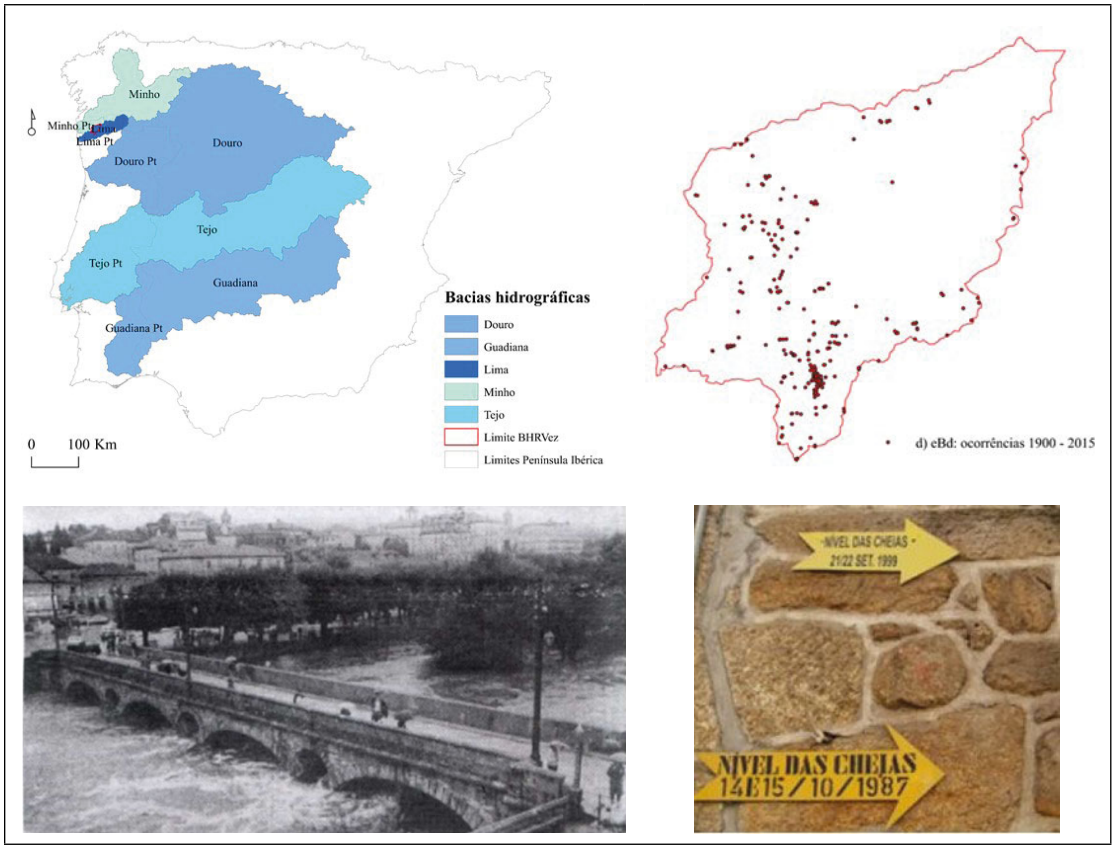
Onde, $F^{\leftarrow}$ representa a função inversa generalizada da função F ($F^{\leftarrow}(p)$: = inf{x: $F(x) \geq p$}) e Q_p o quantil com probabilidade p. Ora, analisamos estas caraterísticas associadas a probabilidades de excedência pequenas, isto é, a valores de u e de $p = \mathrm{P}(X > u)$ tais que $u > x_{n:n}$ (valores superiores ao máximo da amostra).

Fonte de dados e metodologia

Com vista à aplicação das metodologias da TVE, a amostra em análise compreende níveis de precipitação diários (*mm*) da BHRVez, mais propriamente dados da estação meteorológica de Casal Soeiro, localizada na Vila de Arcos de Valdevez, e referentes ao período de 01/10/1960 a 30/09/1990 (Figura 1), sendo conhecidas diversas ocorrências de cheias. Estes dados são disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, e encontram-se disponíveis em http://snirh.pt. Sendo que, esta amostra tem uma dimensão de 10957 níveis pluviométricos diários, sem valores omissos.

A estação de monitorização de Casal Soeiro, segundo o histórico de dados, é a estação com os mais elevados registos de níveis de precipitação em Portugal. Por este motivo, esta região é uma ótima candidata à aplicação metodológica de uma análise dos valores extremos. Outro dos fatores determinantes do clima é a orografia da região, Noroeste (Minho) de Portugal, a ultrapassarem os 1000 metros de altitude. Esta região regista valores mais elevados de precipitação,

atingindo uma média de precipitação anual acumulada, em alguns locais, de valores superiores a 3000 mm, o que, por vezes, leva à ocorrência de fenómenos extremos associados aos excessos de precipitação (cheias), com bastantes consequências nefastas às populações que aí residem. Além disso, esta bacia hidrográfica é conhecida pela sua camada litológica granítica que contribui para o escoamento superficial mais rápido.



Fonte: Fotografia obtida do Jornal de Notícias, 1998. Mapa criado a partir de dados do Instituto Geográfico do Exército (1996, 1997); concebido a partir da Impresa Periódica (1900/2015).

Figura 1. Localização da BHRVez (à direita); as ocorrências dos centroides das cheias entre 1900 e 2015 (à direita), rio Vez (em baixo do lado esquerdo) observando-se a cheia de 11/11/1987; níveis máximos dos eventos fixos numa das paredes de um edifício (lado direito).

Para a aplicação da TVE não foram consideradas todas as observações, pois dados ambientais diários não são, geralmente, independentes. Isto significa que, um dia de chuva tem uma maior probabilidade de ser seguido por outro dia chuvoso, havendo igualmente sazonalidade (épocas do ano nas quais todos os anos se observam valores elevados de precipitação e, noutras épocas, se observam valores reduzidos). Por este motivo, de forma a evitarmos a forte correlação cronológica da série em análise, analisamos subconjuntos da amostra original como critério. Deste modo, criou-se uma subamostra de dimensão 29 anos, constituída pela observação máxima em cada um dos anos mencionados.

Para tal, os anos que tinham dados mensais em falta foram desconsiderados (o primeiro ano, que só tínhamos dados a partir de outubro, e o último ano, que termina em setembro) pois pretende-se que o máximo anual seja caraterizado pela mesma distribuição em todos os anos. Foram ainda criadas outras duas subamostras. Numa são considerados os 5 maiores níveis pluviométricos diários por ano e, na outra, as 10 maiores observações anuais. Estas amostras permitem a aplicação do método das maiores observações.

Por fim, foi ainda criada uma quarta subamostra, com os máximos mensais. Assim, cada mês foi considerado como um bloco. Repare-se que, desta forma, cada bloco poderá ter uma dimensão a variar entre 28 e 31 elementos. Além disso, nesta subamostra foram considerados unicamente os valores superiores a 54.5 *mm* (valor mínimo entre os máximos anuais calculado).

Aplicação à precipitação de Casal Soeiro

A distribuição do conjunto de dados diários da precipitação em Casal Soeiro para todos os anos completos (1961-1989) está representada na Figura 2. Na figura do lado direito representamos unicamente os valores da precipitação nos três primeiros anos (1961-1989), evidenciando-se a sazonalidade ao longo do período estudado, devido às estações do ano com meses de maior quantidade de precipitação - outono-inverno (*boxplots* dos dados mensais, ilustrado na figura abaixo).

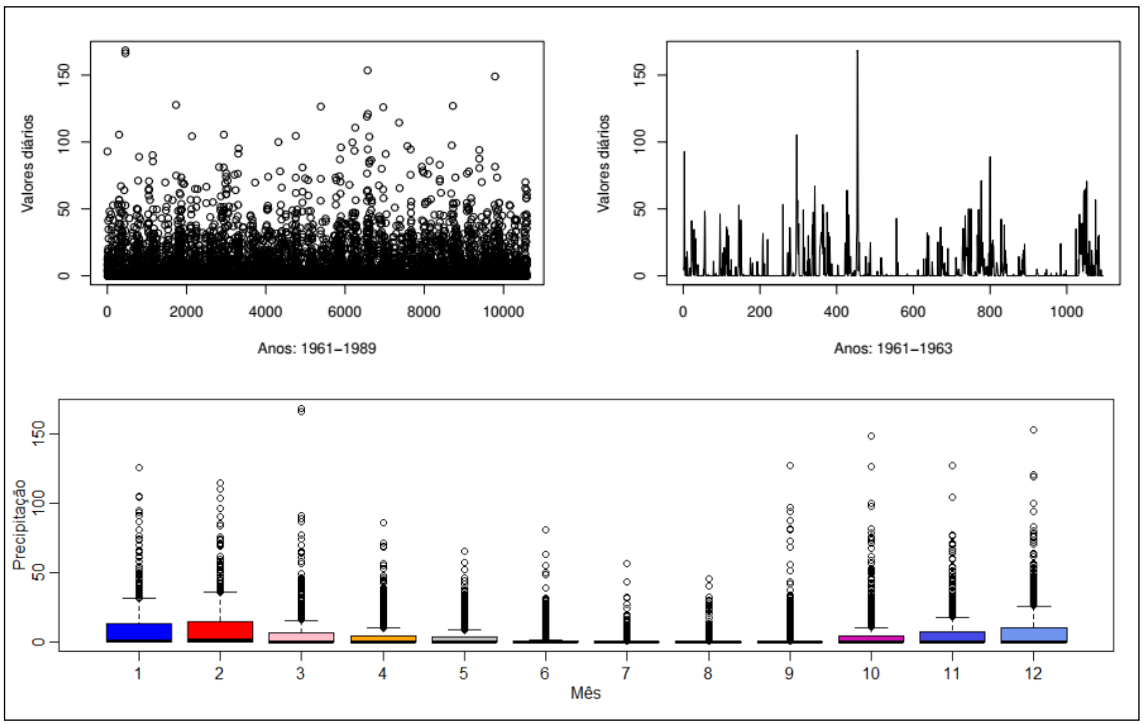


Figura 2. Evolução dos níveis de precipitação diários em Casal Soeiro entre 1961 e 1989 e entre 1961 e 1963; *boxplots* dos dados mensais entre 1961 e 1989.

Na Tabela 1 são apresentados os valores, em milímetros (*mm*), de algumas medidas descritivas do nível pluviométrico diário em Casal Soeiro, nomeadamente o mínimo (min), o primeiro quartil (P_{25}), a mediana (P_{50}), o terceiro quartil (P_{75}), o máximo (max), a média ($\bar{x}$) e o desvio padrão (*s*). Note-se que mais de metade das observações são nulas, pois, só em 3778 dos 10592 dias observados é que choveu (rondando 35.67% dias). Na Tabela 2 apresentamos a média e o desvio padrão dos níveis pluviométricos diários em cada mês durante o período em análise. Os dados claramente evidenciam as diferenças existentes entre os meses, com uma quantidade de precipitação bastante superior nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro (que correspondem aos meses com maior dispersão em termos de pluviosidade), e mais reduzidos em julho e agosto (que correspondem aos meses com a menor dispersão em termos de pluviosidade). Deste modo, a distribuição subjacente ao nível pluviométrico diário não será a mesma em todos os meses do ano (terá, pelo menos, diferenças em termos de localização e escala).

Tabela 1. Medidas descritivas do nível pluviométrico diário em Casal Soeiro.

Medidas	Min.	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Max.	$\bar{x}$	*s*
(mm)	0	0	0	3.6	168.5	5.36	12.9217

Tabela 2. Diferenças dos níveis pluviométricos mensais em Casal Soeiro.

Medidas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	9.3	9.6	6.3	4.9	4.1	2.5	1.0	0.9	3.5	6.2	7.1	9.3
Desvio padrão	16.6	16.6	14.6	10.4	8.8	7.2	4.1	4.2	11.5	14.8	14.4	17.6

Foi, igualmente, determinada a função de distribuição empírica dos níveis de precipitação diários em Casal Soeiro (gráfico da esquerda da Figura 3) e apresentamos um *zoom* para os valores mais elevados (superiores a 0.999) da função de distribuição empírica (gráfico da direita da Figura 3) no qual estão ilustradas as linhas associadas aos retornos de 10, 25, 50 e 100 anos (associadas às probabilidades $p = 1 - 1/(365 \times 10)$, ou seja, aproximadamente 0.999726, 0.999890, 0.999945 e 0.999973, respetivamente). Como é visível, não é possível extrapolar com base na função de distribuição empírica estes valores (por exemplo, os níveis de retorno a 50 e a 100 anos teriam o mesmo valor) e, como tal, teremos de modelar os valores recorrendo à distribuição GEV de forma a ser possível obter estimativas dos valores pretendidos.

Por outro lado, as metodologias de estimação são baseadas em amostra aleatória (observações independentes) e, ao analisarmos a evolução dos níveis pluviométricos diários, espera-se que haja autocorrelação derivada da sequência

temporal das observações (associações fortes do resultado de um dia com o(s) do(s) dia(s) vizinhos) além da, previamente, referida sazonalidade.

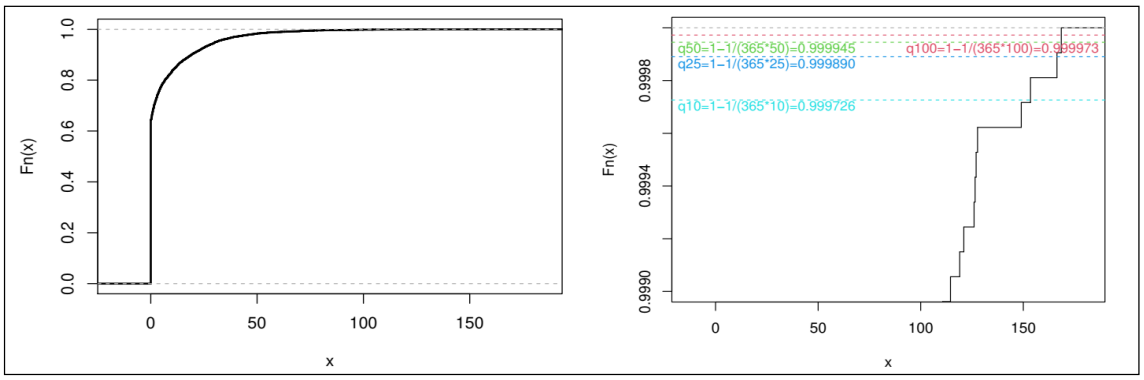


Figura 3. Função de distribuição empírica dos níveis de precipitação diários em Casal Soeiro, com todos os valores (esquerda), com os dados relativos à cauda e respetivas níveis de retorno (direita).

Na Figura 4 podem ser observadas as funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial que claramente evidenciam a referida correlação (dias próximos com chuva). Além disso, nos testes de existência de autocorrelação de *Durbin-Watson* e de *Ljung-Box* os valores-*p* são ambos inferiores a 2.210^{16}, o que claramente evidência a existência de uma autocorrelação significativa.

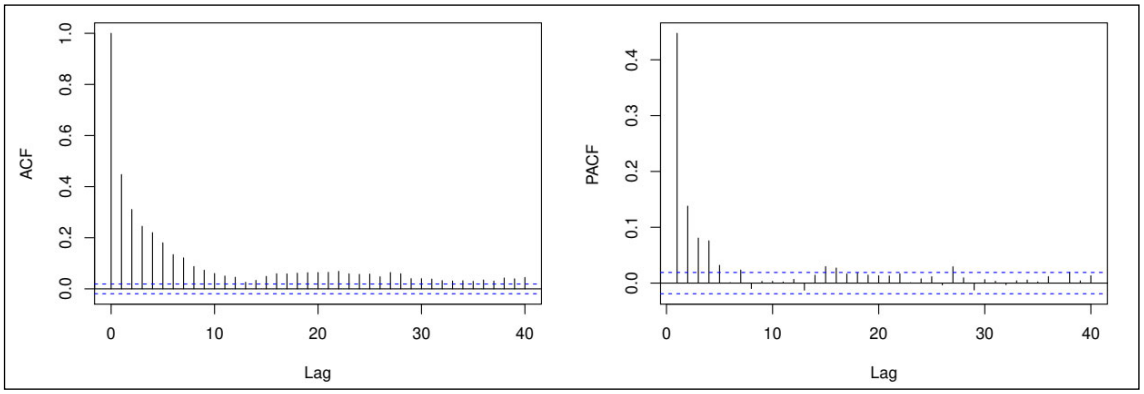


Figura 4. Funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial dos níveis pluviométricos diários em Casal Soeiro.

Tendo em consideração o descrito, consideraram-se as três metodologias paramétricas que podem ser utilizadas numa análise de valores extremos: o método dos máximos anuais (MMA) ou método de *Gumbel*, o método das maiores observações (MMO) e o método dos valores superiores a um limiar POT. Assim, começar-se-á pela aplicação do MMA às amostras de níveis pluviométricos referenciadas anteriormente. De seguida, será aplicado o MMO às 5 e 10 maiores observações anuais. Por fim, será aplicada a metodologia POT com as amostras dos máximos mensais.

O máximo anual

É possível observar, na Figura 5, os dados disponíveis para o período em análise (1961-1989) em Casal Soeiro, dividido em *m* = 29 blocos (anos) e o máximo em cada bloco, formando a sequência dos máximos anuais (gráfico da direita). Assim, cada valor da nova sequência é obtido através do máximo de 365 (ou 366) observações. Pretende-se, deste modo, retirar a autocorrelação e a sazonalidade previamente referida.

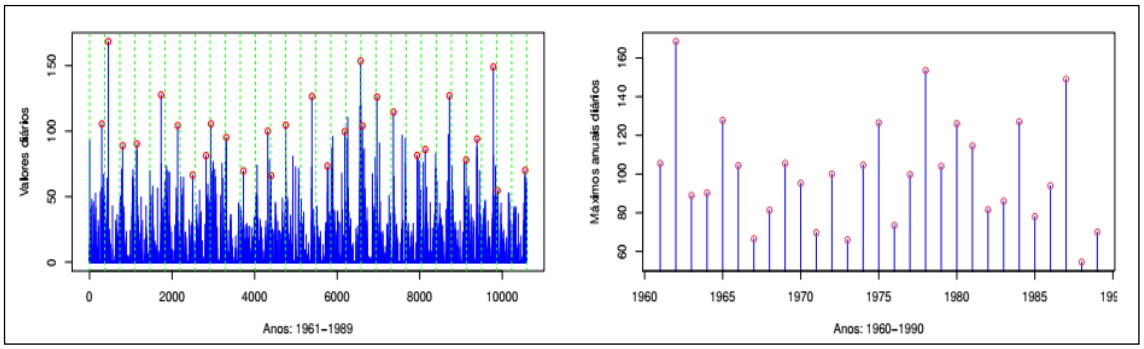


Figura 5. Evolução do nível pluviométrico máximo anual em Casal Soeiro. Dados diários (azul), blocos anuais (verde) e máximos anuais (vermelho).

Para analisar a autocorrelação desta nova série, foram determinadas as funções de autocorrelação (figura da esquerda da Figura 6) e de autocorrelação parcial (figura da direita da Figura 6) do máximo anual, as quais não evidenciam a existência de autocorrelação. Foram ainda, aplicados os testes de existência de *Durbin-Watson* e de *Ljung-Box* obtendo-se, respetivamente, os valores 0.6049 e 0.6005 para *p*. Por conseguinte, parece que o processo de utilização do máximo anual eliminou a autocorrelação da série.

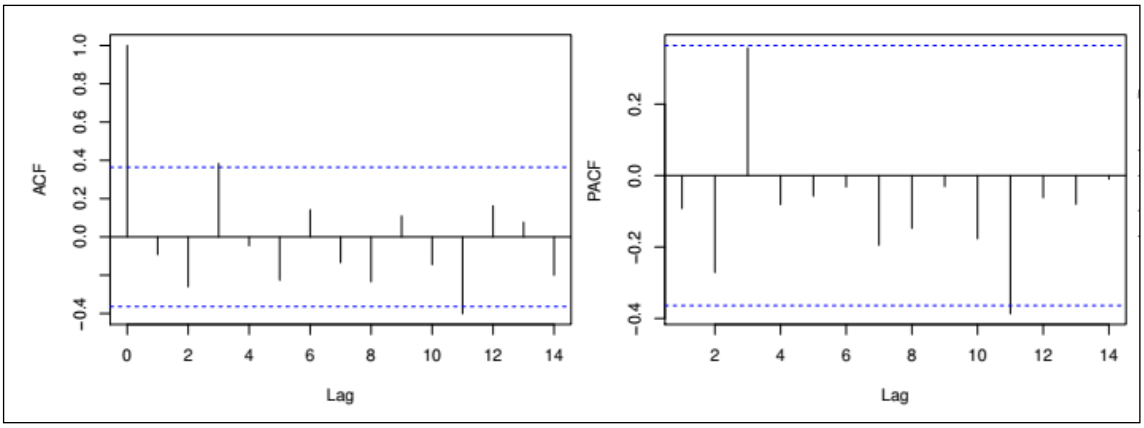


Figura 6. Funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial do nível pluviométrico máximo anual em Casal Soeiro.

Apresentamos na Tabela 3 os valores, em milímetros (*mm*), de algumas medidas descritivas do máximo anual, nomeadamente o mínimo (min), o primeiro quartil (P_{25}), a mediana (P_{50}), o terceiro quartil (P_{75}), o máximo (max), a média ($\bar{x}$) e o desvio padrão (*s*). Na Figura 7 podemos observar o histograma e o *boxplot*. Na Figura 7 podemos observar que a variável aleatória, máximo anual, tem uma distribuição ligeiramente assimétrica (histograma e *boxplot*). No QQ-*plot* pode-se verificar que não parece existir uma diferença significativa entre a distribuição que carateriza o máximo anual e a distribuição de *Gumbel*.

Tabela 3. Medidas descritivas do nível pluviométrico máximo anual em Casal Soeiro.

Medidas	Min.	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Max.	$\bar{x}$	*s*
(mm)	54.5	81.3	99.7	114.5	168.5	100.4	27.82

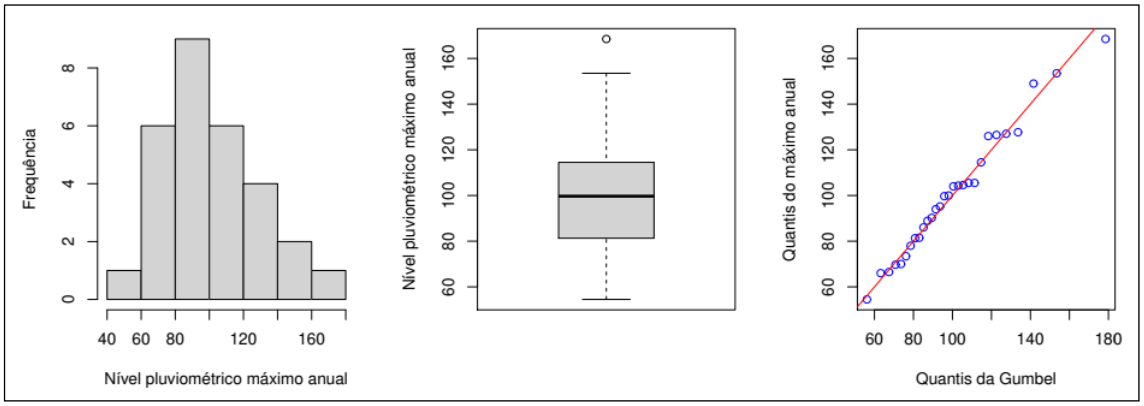


Figura 7. Histograma, *boxplot* e QQ *plot (Gumbel*) do nível pluviométrico máximo anual em Casal Soeiro.

Além disso, no teste de *Kolmogorov-Smirnov* (validação da assimetria) o valor-*p* assume o valor 0.9817 quando os dados são comparados com uma distribuição de *Gumbel* com $\hat{\mu}$ = 87.584 e $\hat{\sigma}$ = 22.447 (valores estimados pelo método da máxima verosimilhança recorrendo à função *Gumbel* do *package evir*).

Os parâmetros foram ainda estimados recorrendo à função *fgev* ao *package evd*, primeiro restringindo a $\gamma = 0$ (através de forma = 0) (isto é, restrito à distribuição de *Gumbel*) e depois sem restrições (utilizando a distribuição GEV). As estimativas obtidas para os parâmetros de interesse, nomeadamente forma (γ), localização (μ) e escala (σ), que apresentamos na Tabela 4, onde o erro padrão de cada estimativa é apresentado entre parêntesis.

Refira-se que as estimativas obtidas para os parâmetros de localização e escala pelos três métodos são quase idênticas. Por outro lado, a estimativa obtida para o parâmetro de forma é próxima de zero e parece não ser significativa (tendo

em consideração o valor da estimativa e do erro padrão associado). Assim, para comparar os dois modelos estimados pela função *fgev*, foi realizado um teste ANOVA (H_0: a qualidade do ajustamento é igual nos dois modelos) obtendo-se um valor-*p* igual a 0.7090. Por conseguinte, a H_0 não é rejeitada, evidenciando que não há diferenças significativas entre a estimação com base na distribuição de *Gumbel* ou a distribuição GEV para estes dados. De referir que o intervalo com 95% de confiança para $\hat{\gamma}$ é (−0.3643, 0.2456) que, como esperado, inclui o valor 0 associado à distribuição de *Gumbel*.

Utilizando a distribuição de *Gumbel* para os dados de precipitação de Casal Soeiro (com as estimativas dos seus parâmetros) podemos estimar o período de retorno para os níveis pretendidos ou os níveis de retorno a *T*-anos. Por exemplo, considerando o valor máximo da amostra (168.5 mm) temos que o seu $\widehat{U}$ (50) = 168.0 *mm* e $\widehat{U}$ (100) = 180.4 *mm* utilizando a GEV.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros da distribuição GEV do nível pluviométrico máximo anual em Casal Soeiro.

	$\hat{\gamma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Gumbel	-	87.5844	22.4472
	(-)	(4.3966)	(3.2560)
fFgve /shape=0)	-	87.5861	22.4389
	(-)	4.3950	3.2532
fgve	-0.0593	87.5861	22.8857
	(0.1556)	4.3950	3.5437

Apresentamos na Tabela 5 as estimativas obtidas pelo modelo *Gumbel* e pelo modelo GEV, para o período de retorno associado aos níveis de precipitação diários $u \in \{130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200\}$ (em *mm*), bem como para o nível de retorno (em *mm*) associado a *T* -anos com $T \in \{5, 15, 25, 50, 75, 100, 150, 250\}$ e às probabilidades $p \in \{0.1, 0.050, 0.025, 0.01, 0.005, 0.001, 0.0001, 0.00001\}$ de excedência.

Nas estimativas apresentadas na Tabela 5 note-se que, apesar de serem próximas para os primeiros valores, tendem a distanciar-se à medida que aumentamos o nível e/ou probabilidade associada a essa estimativa (como seria de esperar, pois quando mais extremo for o evento, maior variabilidade existirá associada à sua estimação). Com a aplicação da distribuição de *Gumbel* são obtidos níveis com valores mais elevados para a mesma probabilidade de excedência e, por conseguinte, períodos de retorno mais reduzidos para o mesmo nível (elevado) de precipitação. Note-se, igualmente, que para probabilidades maiores (*p* igual a 0.10 e 0.05) as estimativas do nível de retorno encontram-se

abaixo do valor máximo observado (168.50 *mm*), pois têm associados períodos (10 e 20 anos) inferiores à dimensão da amostra em estudo. Para valores menores da probabilidade ($p \in [0.01, 0.00001]$), o nível estimado ultrapassa o máximo observado na amostra, podendo mesmo chegar a valores muito superiores (como os 346 *mm* diários). Para as estimativas pontuais apresentadas na Tabela 5 podem ser igualmente obtidas estimativas intervalares.

Tabela 5. Estimativas do período de retorno para o nível *u* e o nível de retorno a *T* -anos em Casal Soeiro com base nos máximos anuais (*Gumbel*).

Nível u (mm)		**130**	**140**	**150**	**160**	**170**	**180**	**190**	**200**
Período de retorno	Gumbel	7.1	10.8	16.6	25.7	39.8	61.9	96.3	150.1
estimado (anos)	GEV	7.4	11.8	19.4	32.5	55.8	97.6	174.5	318.8
Período T (anos)		5	15	25	50	75	100	150	250
Nível de retorno	Gumbel	121.3	147.6	159.4	175.2	184.3	190.8	200.0	211.5
estimado (mm)	GEV	121.1	144.9	155.0	168.0	175.3	180.4	187.4	196.0
Probabilidade p		0.1	0.050	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0001	0.00001
Nível de retorno	Gumbel	138.1	154.3	170.1	190.8	206.5	242.6	294.3	346.0
estimado (mm)	GEV	136.5	150.6	163.9	180.4	192.3	218.0	250.7	279.2

Apresentamos, na Figura 8, as estimativas de máxima verosimilhança e respetivos intervalos com 95% de confiança, utilizando a distribuição GEV. Assim, para 10 anos obtivemos $\widehat{U}$ (10) = 136.50 *mm* e $\widehat{U}$ (10) $\in$ (122.34, 168.10); para 50 anos $\widehat{U}$ (50) = 167.98 *mm* e $\widehat{U}$ (50) $\in$ (145.53, 264.38) e para 100 anos $\widehat{U}$ (100) = 180.38 *mm* e $\widehat{U}$ (100) $\in$ (152.28, 323.78). Estes dados estão dentro do intervalo dos valores mais elevados de precipitação diária, relembrando que o mais alto atingido ronda os 168 *mm*.

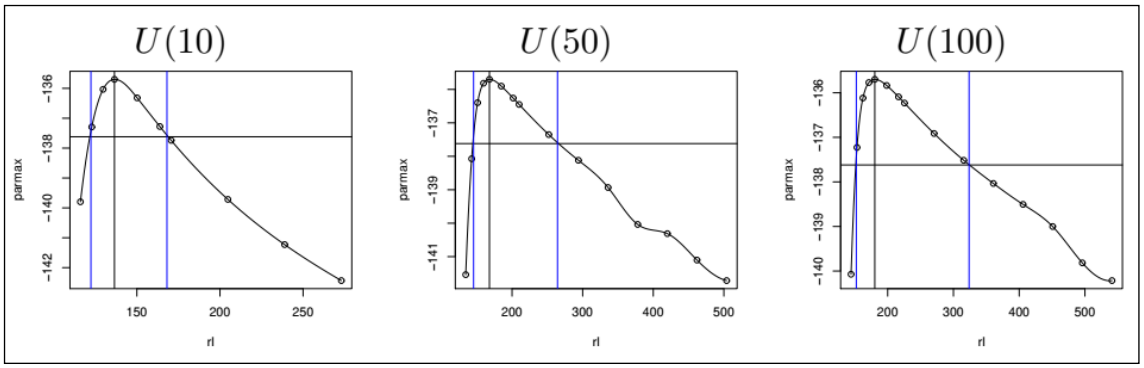


Figura 8. Estimativa pontual e intervalar do retorno a 10, 50 e 100 anos utilizando a GEV.

Os *r* máximos anuais

Em alternativa ao método ilustrado anteriormente (máximo anual), podemos usar o método do "top" anual, quando por exemplo a amostra é muito pequena. Este é um método paramétrico que se baseia numa amostra com as *r* maiores observações anuais, observadas para *m* anos. Assim, considerando blocos de um ano (*m* = 29), selecionamos as 5 e as 10 maiores observações anuais ($r \in \{5, 10\}$), para ilustrar esta abordagem. Com esta alteração, ficamos com uma série de 145 observações e outra com 290 observações. Nas Figuras 9 e 10 é possível observar os dados disponíveis para o período em análise (1951-1989), divido em *m* = 29 blocos (anuais) com as 5 e 10 observações máximas, respetivamente.

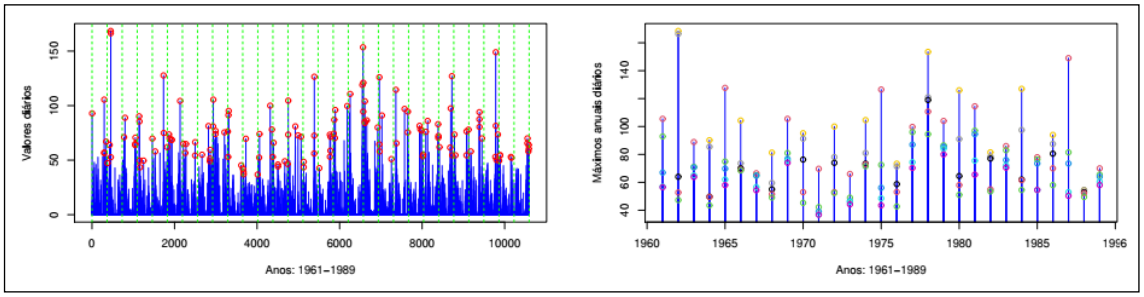


Figura 9. Determinação e evolução dos 5 valores máximos anuais em Casal Soeiro.

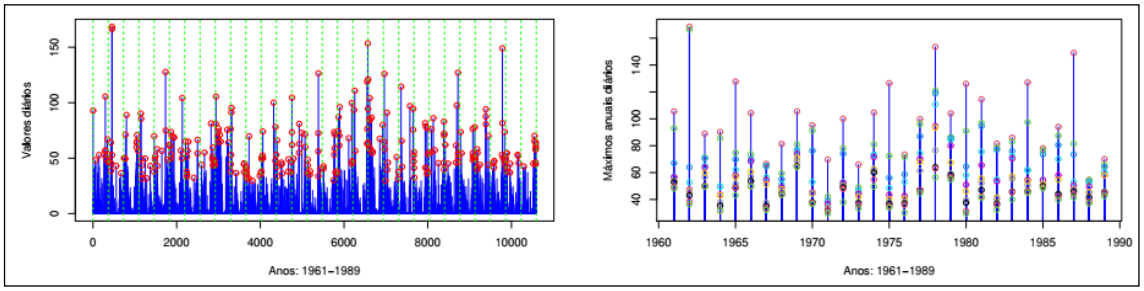


Figura 10. Determinação e evolução dos 10 valores máximos anuais em Casal Soeiro.

Na Tabela 6 encontra-se os valores estimados para os parâmetros da GEV utilizando as *r* maiores valores de cada ano recorrendo à função *rlarg.fit* do *package ismev*. O caso *r* = 1 corresponde à situação analisada na secção anterior, pois temos unicamente como base o máximo anual. Apesar da função utilizada para a estimação ser distinta, as estimativas e respetivos erros padrão são quase iguais (compare-se os valores para *r* = 1 na Tabela 6 com os valores da função *fgev* na Tabela 4). Com o aumento do *r* utilizamos mais informação e, como tal, os erros padrão associados diminuem. Todavia, saliente-se que nos três casos analisados a estimativa de γ é sempre próxima de zero, pouco significativa se tivermos em consideração o erro padrão associado, e nem sempre tem o mesmo sinal. Na Figura 11, podemos observar a qualidade do ajustamento para *r* = 1 (máximo

anual), quer o PP-*plot* quer o QQ-*plot* -, ambos parecem revelar um ajustamento razoável, o nível de retorno e os intervalos de confiança associados (com o aumento significativo da amplitude dos intervalos com o aumento no período de retorno) e o histograma que parece ajustar-se à densidade da distribuição proposta.

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros da distribuição GEV do nível pluviométrico máximo anual em Casal Soeiro utilizando os *r* maiores valores de cada ano.

r = 1	$\hat{\gamma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
	(0.1555)	(4.8679)	(3.5417)
r = 5	0.0098	90.4071	22.6661
	(0.0806)	(3.5240)	(2.3487)
r = 10	0.0107	90.5167	22.2564
	(0.0561)	(3.2904)	(2.2194)

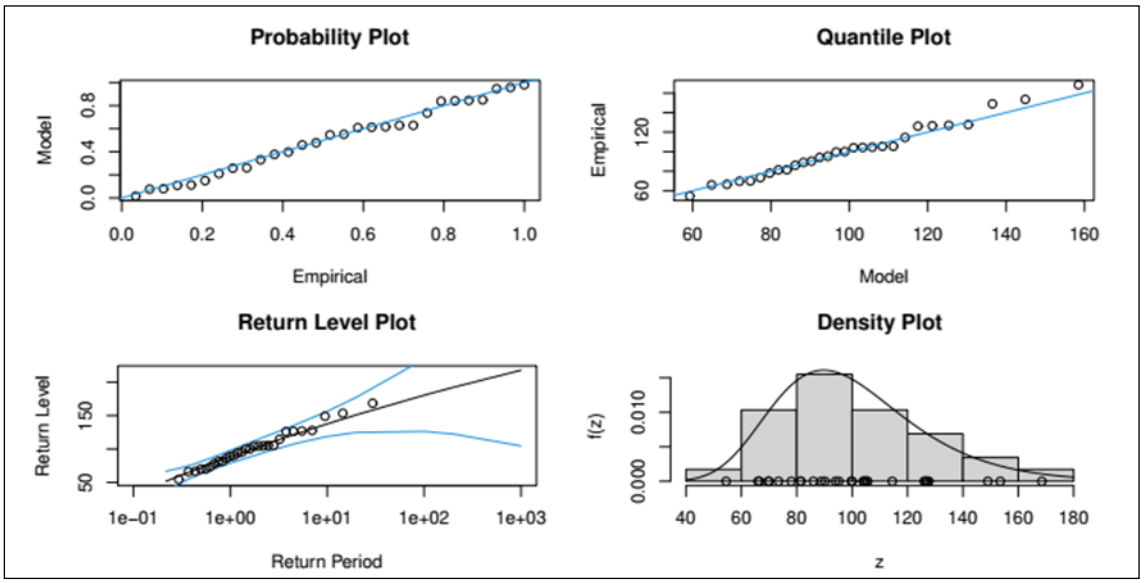


Figura 11. Ajustamento para o máximo anual baseado no maior valor anual.

A qualidade do ajustamento para as 5 maiores observações anuais (*r* = 5) é apresentado na Figura 12.

Tal como no caso *r* = 1, representamos o nível de retorno e os intervalos de confiança associados, com o aumento significativo da amplitude dos intervalos, face ao aumento no período de retorno. O histograma reforça a grande semelhança com a densidade da distribuição GEV. São, ainda, apresentados o PP-*plot* e o QQ-*plot* para a *i*-ésima maior observação, com *i* = 1, . . ., 5 (ou seja, $X_{n:n}$, $X_{n-1:n}$, $X_{n-2:n}$, $X_{n-3:n}$, $X_{n-4:n}$), estimadas com base nas 5 maiores observações, parecendo revelar um ajustamento razoável em todos os casos.

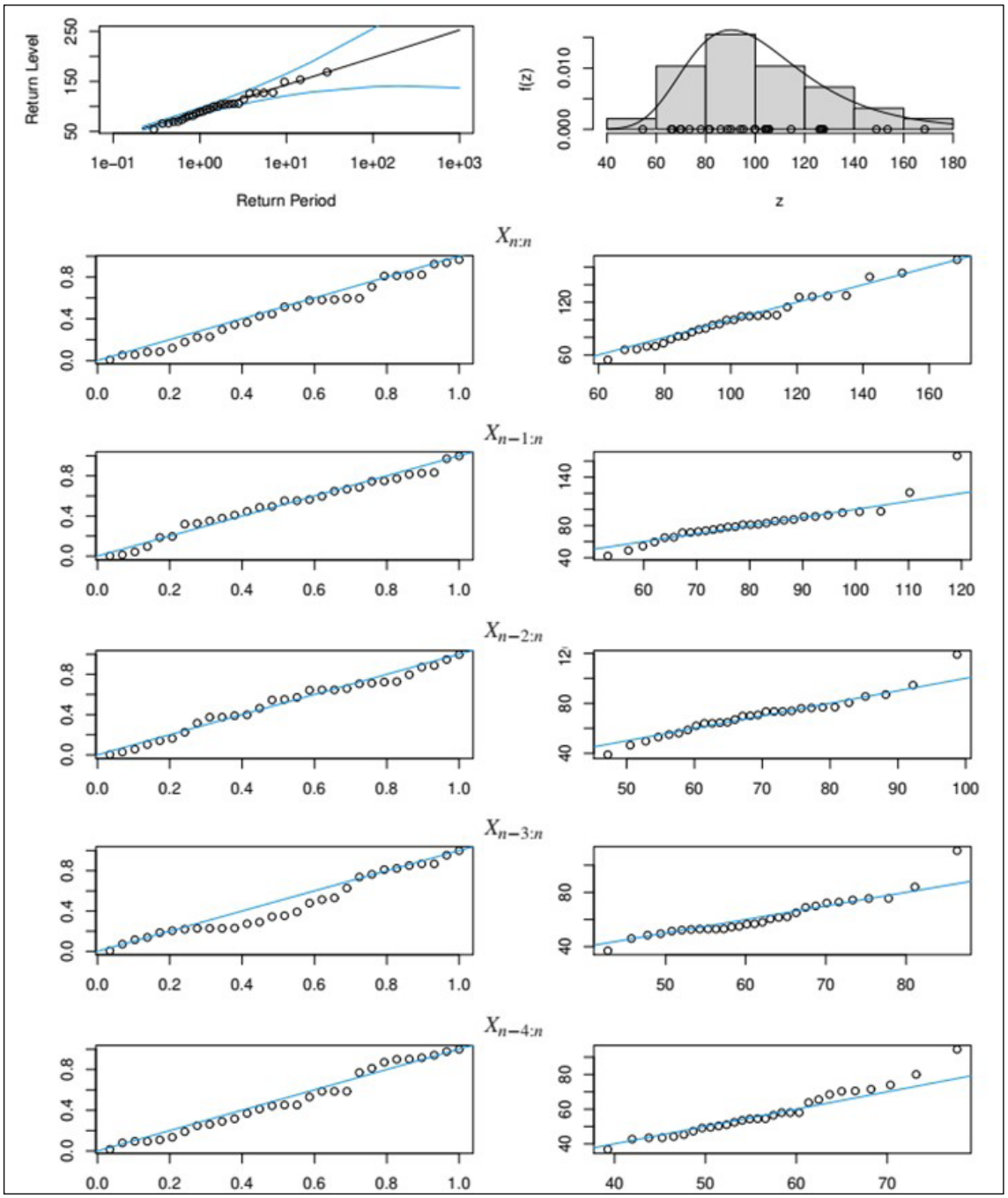


Figura 12. Ajustamento para o máximo anual baseado nos 5 valores anuais mais elevados.

Apresentamos, na Tabela 7, as estimativas, baseadas nos modelos ajustados com base nas *r* maiores observações anuais, com $r \in \{1, 5, 10\}$, para o período de retorno associado ao nível de precipitação diário $u \in \{130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200\}$ (em *mm*), ao nível de retorno (em *mm*) associado a $T \in \{5, 15, 25, 50, 75, 100, 150, 250\}$ anos e ao nível de retorno (em *mm*) associado à probabilidade $p \in \{0.1, 0.050, 0.025, 0.01, 0.005, 0.001, 0.0001, 0.00001\}$ de excedência. Os valores observados para $r = 1$ são, como seria esperado, praticamente iguais aos apresentados na Tabela 5, para a distribuição GEV. Por

outro lado, os valores obtidos com $r \in \{5, 10\}$ são mais próximos dos obtidos com a distribuição de *Gumbel*, aquando da utilização do máximo anual.

Tabela 7 . Estimativas do período de retorno para o nível *u* e o nível de retorno a *T* -anos em Casal Soeiro com base nos $r \in \{1, 5, 10\}$ máximos anuais

Nível u mm:		**130**	**140**	**150**	**160**	**170**	**180**	**190**	**200**
Período de retorno	r=1	7.4	11.8	19.4	32.6	55.8	97.8	175.1	320.4
estimado (anos)	r=5	6.2	9.2	13.9	21.1	32.1	48.8	74.3	113.1
	r=10	6.3	9.5	14.5	22.1	33.8	51.8	79.3	121.4
Período T (anos):		5	15	25	50	75	100	150	250
Nível de retorno	r=1	121.2	144.9	155.0	168.0	175.3	180.4	187.4	195.9
estimado (mm)	r=5	124.7	151.8	164.1	180.6	190.2	197.1	206.7	219.0
	r=10	124.2	150.9	162.9	179.2	188.7	195.5	205.0	217.0
Probabilidade p:		0.1	0.050	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0001	0.00001
Nível de retorno	r=1	136.5	150.6	163.9	180.4	192.2	217.9	250.5	278.9
estimado (mm)	r=5	142.0	158.7	175.3	197.1	213.6	252.4	308.9	366.7
	r=10	141.2	157.7	174.0	195.5	211.8	250.0	305.9	363.1

Máximos mensais superiores a um limiar

Em primeiro lugar, começamos por criar a série dos máximos mensais durante os 29 anos para análise (1961–1989). Na Figura 13 é apresentada a evolução do nível pluviométrico diário com a indicação dos valores máximos de cada mês (gráfico da esquerda) e na direita unicamente o valor máximo observado em cada um dos 348 meses em análise.

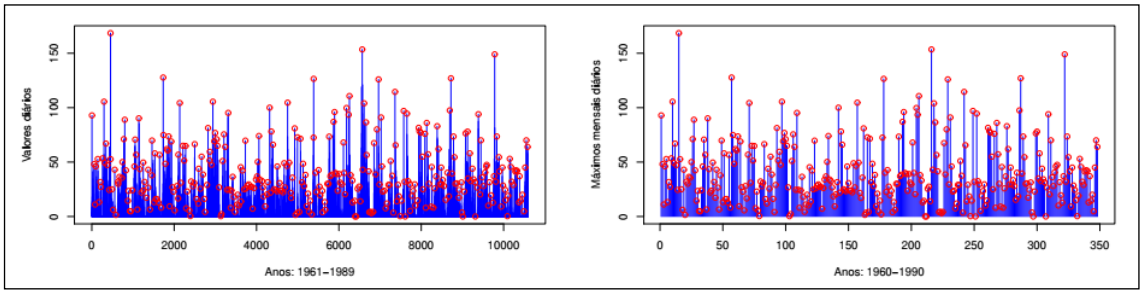


Figura 13. Determinação e evolução do nível máximo pluviométrico mensal em Casal Soeiro.

Na Figura 14 podem ser observadas as funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial do máximo mensal, mostrando a autocorrelação que está presente. Naturalmente, como previamente referido, os níveis de precipitação são distintos em cada mês, havendo, portanto, sazonalidade. Por outro lado, nos

testes de *Durbin-Watson* o valor-*p* é igual a 0.0001 e no teste de *Ljung-Box* o valor *p* é igual a 0.0005. Assim, ambos os testes indicam que a autocorrelação existe.

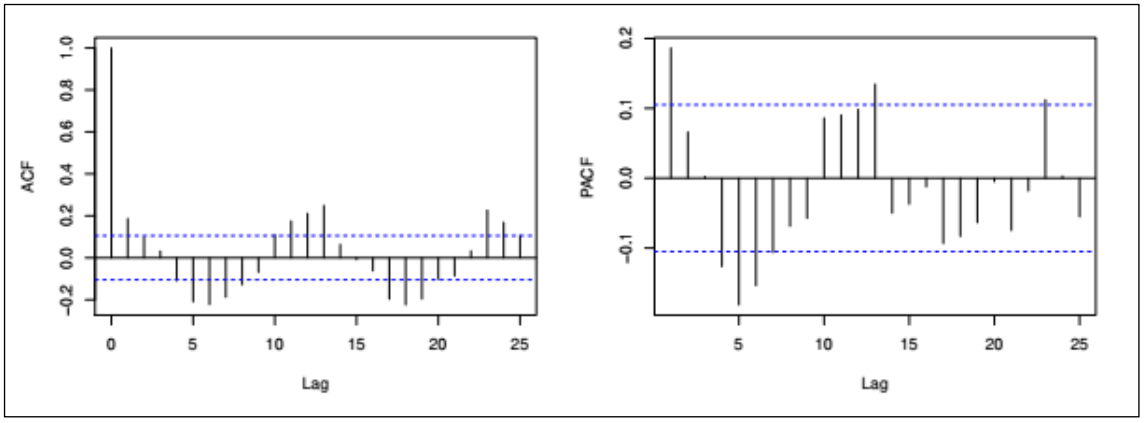


Figura 14. Funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial do nível pluviométrico máximo mensal em Casal Soeiro.

Logo e de forma a tentar eliminar a autocorrelação, vamos considerar unicamente os valores superiores ao valor mínimo, entre os máximos anuais, que é igual a 54.5 *mm*, valor que se observou em 1988. Deste modo, vamos considerar unicamente 85 observações, entre os 348 máximos mensais (24.43% das observações). Esta abordagem baseia a inferência estatística nos extremos que excedem um determinado limiar (POT) e, como tal, na modelação com recurso à distribuição de GP. Na Figura 15 assinalamos a evolução do nível máximo de precipitação mensal, com valores superiores a 54.5 *mm*.

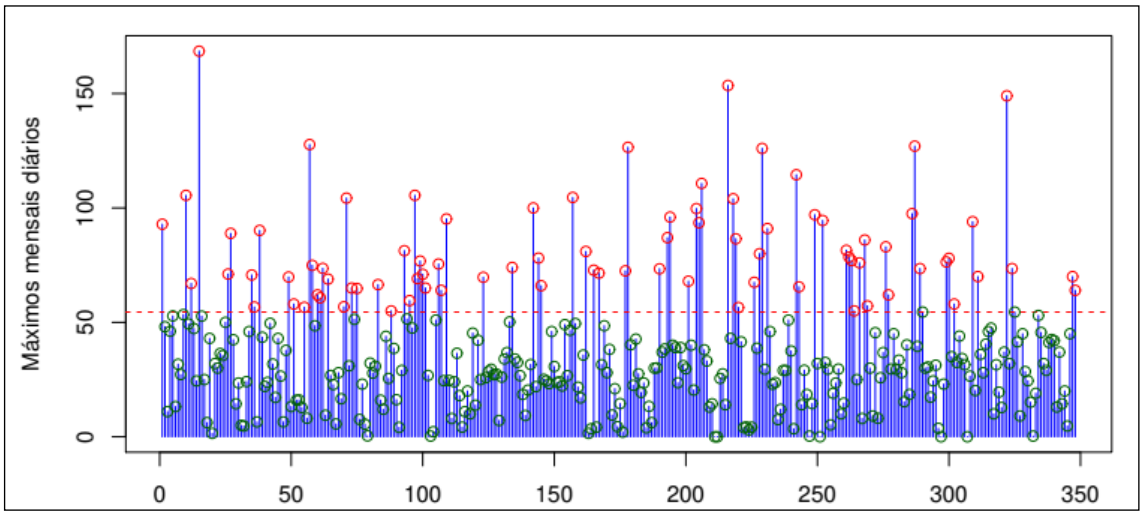


Figura 15. Determinação e evolução do nível máximo pluviométrico mensal em Casal Soeiro com valores superiores a 54.5 *mm.*

Observamos, na Figura 16, as funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial dos máximos mensais superiores a 54.5 *mm*, que já não parecem evidenciar autocorrelação na série dos níveis máximos pluviométricos mensais, isto é, com valores superiores a *u* = 54.5 *mm*. Nos testes de existência de autocorrelação de *Durbin-Watson* o valor-*p* é igual a 0.5139 e no teste de *Ljung-Box* o valor *p* é igual a 0.894, o que significa inexistência de autocorrelação.

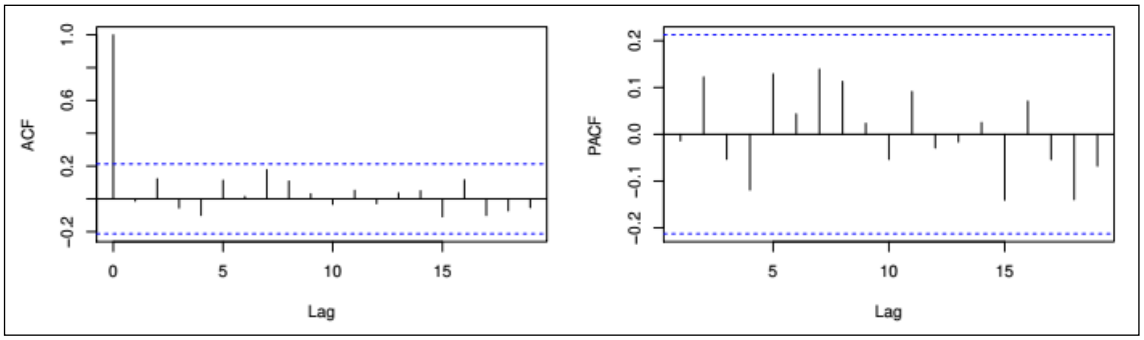


Figura 16. Funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial do nível pluviométrico máximo mensal em Casal Soeiro com valores superiores a 54.5 *mm.*

Recorrendo à função *gpd.fit* do *package ismev* foram obtidas as estimativas (com os erros padrão das estimativas, escritas entre parenteses) de máxima verosimilhança para os parâmetros da distribuição de GP, assim como o erro padrão das estimativas, $\hat{\sigma}$ = 33.3194 (4.6178391) e $\hat{\gamma}$ = − 0.1954 (0.0887917).

Na Figura 17 podemos observar, quer no histograma quer no *boxplot*, que o nível de precipitação máximo mensal com valores superiores a 54.5 *mm* tem uma distribuição assimétrica. No QQ-*plot* da GP (gráfico da direita) parece não existir uma diferença significativa entre a distribuição que carateriza o nível de precipitação máximo mensal com valores superiores a 54.5 *mm* e a distribuição GP, utilizando os valores estimados para os parâmetros.

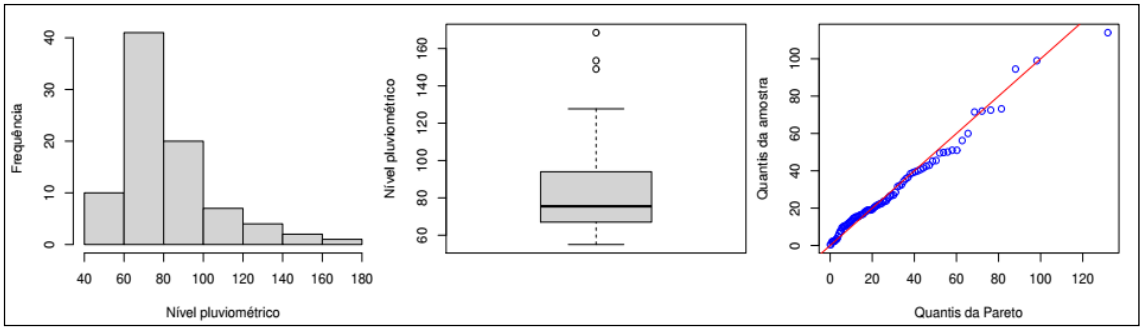


Figura 17. Histograma, *boxplot* e QQ *plot* (GP) do nível pluviométrico máximo mensal em Casal Soeiro com valores superiores a 54.5 *mm.*

Além disso, no teste de *Kolmogorov-Smirnov* o valor- *p* assume o valor 0.4004. Deste modo, parece que os dados dos excessos são bem modelados por uma distribuição GP, utilizando parâmetros iguais às referidas estimativas. Com base nas referidas estimativas para os parâmetros da GP, podemos estimar o período de retorno associado ao nível de precipitação diário $u \in \{130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200\}$ (*mm*), o nível de retorno associado a $T \in \{5, 15, 25, 50, 75, 100, 150, 250\}$ anos e o nível de retorno associado à probabilidade $p \in \{0.1, 0.050, 0.025, 0.01, 0.005, 0.001, 0.0001, 0.00001\}$ de excedência (Tabela 8).

Tabela 8. Estimativas do período de retorno para o nível *u* e o nível de retorno a *T* -anos em Casal Soeiro com base nos valores máximos mensais superiores a 54.5 *mm.*

Nível u (mm)	**130**	**140**	**150**	**160**	**170**	**180**	**190**	**200**
Período de retorno estimado (anos)	6.8	12.0	22.8	47.4	111.5	311.2	1125.9	6295.5
Período T (anos)	5	15	25	50	75	100	150	250
Nível de retorno estimado (mm)	124.1	143.6	151.3	160.7	165.6	168.8	173.1	178.0
Probabilidade p	0.1	0.050	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0001	0.00001
Nível de retorno estimado (mm)	136.1	147.7	157.6	168.8	175.9	189.2	202.2	210.4

Os valores obtidos, quando comparados com os valores previamente analisados nas Tabelas 5 e 7, apresentam níveis de retorno significativamente mais baixos e, como tal, períodos de retorno muito superiores.

Análise dos resultados

As três abordagens usadas são aproximações que requerem que a dimensão da amostra tenda para infinito (baseadas em convergências assintóticas). Na prática, a amostra influencia qualquer uma das três abordagens, pois, enquanto uma tem uma amostra fixa que depende da disponibilidade de dados (*n* ou número de anos em análise), a segunda depende da escolha do número (*r*) dos dias máximos escolhidos por ano e a última do valor *u* escolhido como limiar.

À semelhança do defendido por outros autores, como Alves e Rosário (2015) e Beirlant et al. (2004) o nosso caso de estudo, da precipitação mais elevada em Casal Soeiro, ilustra bem como as diferentes abordagens podem contribuir para a escolha da subamostra mais adequada para a realização de inferência na TVE. Além disso, a precipitação em Casal Soeiro com valores superiores a 54.5 *mm* (POT) é propícia a desencadear eventos de cheia, daí a relevância desta investigação.

Conclusões

Este trabalho foca-se apenas em abordagens paramétricas para estimar os parâmetros de um evento raro. Aplicamos metodologias de estimação de quantis elevados com três abordagens distintas, método de máximo anual ou de *Gumbel* (amostra pequena para alguns anos de estudo), *r* máximos anuais (depende da escolha do *r*, 1, 5 ou 10 dias) e método POT (depende da escolha do limiar μ. A partir daqui, foi-nos possível estimar o nível de retorno para várias probabilidades e períodos (anos), bem como o tempo de retorno. De uma forma geral, os máximos anuais e *r* máximos seguem uma distribuição de *Gumbel*, sendo que o parâmetro da forma se aproxima de 0, em todas as estimativas calculadas. Quando usamos o método de POT é possível verificar que a amostra segue (pelo menos de forma aproximada) a distribuição limite dos excessos ou distribuição de GP, tendo uma distribuição *Beta*, segundo o parâmetro da forma. O valor das estimativas dos parâmetros de interesse, não variam muito entre os métodos dos máximos anuais e dos *r* máximos. Isto pode indicar que, na presença de uma amostra mais reduzida, há uma certa confiança em usar o método do *r* máximos. Embora próximos, o método de POT é onde se observam resultados mais distintos, que dependem da escolha do limiar u, embora neste trabalho apenas utilizado um limiar como referência, o que não significa que não pudéssemos procurar outros valores POT. A redução dos riscos e desastres em espaços urbanos e rurais merece cada vez mais atenção em consonância com a densidade de habitantes numa determinada bacia hidrográfica.

Nota

2 Ao longo deste trabalho vamos restringir a apresentação à análise do máximo, extremo de interesse na aplicação pretendida. Contudo, todos os resultados apresentados para o máximo de uma sequência de v.a. contínuas iid podem ser adaptados para o mínimo uma vez que $Y_{1:n} = -X_{n:n}$ (e $Y_{n:n} = -X_{1:n}$) se $Y = -X$. Se o objetivo fosse a análise do mínimo, em vez de ser analisada a cauda-direita de F seria investigado o peso da cauda esquerda de F.

Referências

ALVES, I. F. & ROSÁRIO, P. Parametric and semi-parametric approaches to extreme rainfall modelling. C.P. Kitsos et al. (eds.): **Theory and Practice of Risk Assessment, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics,** 136, Springer, pp. 279–291. 2015.

BEIRLANT, J., GOEGEBEUR, Y., SEGERS, J., TEUGELS, J. **Statistics of Extremes**: Theory and Applications, Wiley, England. 2004.

CASTILLO, E., HADI, A. S., BALAKRISHNAN, N., SARABIA, J. M. **Extreme Value and Related Models with Applications in Engineering and Science**, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey. 2005.

COLES, S. G. **An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values**. Springer-Verlag. London. 2001.

Instituto Geográfico do Exército [IGE]. **Carta Militar de Portugal**. Folhas: 3, 4, 8, 9, 16, 16, 28 e 29. www.igeoe.pt. Escala 1:25 000. 1996, 1997.

GILLELAND, E. **Package 'ismev'**. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/ismev/ismev.pdf>. 2018.

GOMES, M. I., ALVES, I. F. E NEVES, C. **Análise de Valores Extremos**: uma introdução, sociedade Portuguesa de Estatística, Instituto Nacional de estatística. 2013.

GOMES M. I. **Desafios em Estatística de Extremos**. Associado à comunicação "Sessão da Classe de Ciências" na Academia das Ciências de Lisboa em 16 de maio de 2019 (Preprint). 2019.

NEVES, P. **A Teoria de Valores Extremos na Quantificação de Precipitação Elevada**, dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro. 2010.

PFAFF, B., ZIVOT, E., MCNEIL, A. AND STEPHENSON, A. **Package 'evir'**. Disponível em <https://cran.r-project.org/web/packages/evir/evir.pdf>. Acesso em 10 de agosto de 2022.. 2018.

REIS, D. **Statistical Modelling of Extreme Rainfall in Madeira Island**, Tese de doutoramento, Universidade da Madeira. 2014.

REISS, R. D., THOMAS, M. **Statistical Analysis of Extreme Values, with Application to Insurance, Finance, Hydrology and Other Fields.** 3rd edition, Birkhäuser Verlag. 2007.

RIZZO, M. L. M. **Statistical computing with R**. 2nd edition. Chapman and Hall/CRC. 2019.

ROSÁRIO, P. **Análise de valores extremos para níveis pluviométricos em Barcelos**. Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa. 2013.

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (1960/1990). **Bases de dados**. Disponível em <http://snirh.pt>. Acesso em 10 de maio de 2021.

WUERTZ, D., SETZ, T. AND CHALABI, Y. **Package 'fExtremes'**. Disponível em https: <//cran.r-project.org/web/packages/fExtremes/fExtremes.pdf>. Acesso em 3 de agosto de 2022. 2017.

STEPHENSON, A. **Package 'evd'**, Disponível em <https://cran.r-project.org/web/packages/evd/evd.pdf>. Acesso em 10 de julho de 2022. 2018.

GEOGRAFIA, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E BIO-NECROPOLÍTICA DOS DESASTRES TECNOLÓGICOS: O DESASTRE DE MARIANA - MG

GEOGRAPHY, ENVIRONMENTAL PLANNING AND BIO-NECROPOLITICS OF TECHNOLOGICAL DISASTERS: THE MARIANA DISASTER - MG

Vitória Duarte Miranda[1]
Marina Aires[2]
Cristiane Cardoso[3]
Gabriel Duarte Miranda[4]

Introdução

A Geografia é uma ciência que contribui muito na compreensão das transformações e dos impactos ocasionados pela industrialização no espaço geográfico, na sociedade e no meio ambiente. Seus instrumentos permitem identificar os impactos socioambientais e as consequências da instalação de empreendimentos em certa região, principalmente para a população que ali reside.

O ambiente passa a ser resultado de toda transformação que a sociedade por meio da tecnologia ocasiona. Castro (2016, p. 28) salienta que o meio ambiente ou o ambiente "é reflexo das condições materiais e imateriais da sociedade que o constrói e o reconstrói cotidianamente". Sendo assim, torna-se necessário racionalizar a relação sociedade-economia-ambiente.

Toda transformação que ocorre no ambiente ocasiona impactos, alguns podem ser considerados positivos, auxiliando a população no movimento de habitar a cidade, mas muitas transformações são ocasionadas de forma negativa, trazendo sérias consequências e riscos para a população. O planejamento ambiental nos auxilia nesse processo, contribuindo na prevenção dos riscos, auxiliando na minimização dos impactos e dos danos socioambientais.

Os desastres ocorrem quando há uma quebra no equilíbrio estabelecido no ambiente, quando passa a existir uma ruptura abrupta no funcionamento de uma sociedade, ocasionando perdas materiais, econômicas, ambientais,

1 Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental. Fundação Centro Universitário da Zona Oeste (UEZO). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7131-3042. E-mail: vitoriadm@live.com.
2 Doutora em Geografia. Fundação CECIERJ/Consórcio Cederj. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7608-3090. E-mail: marinageouff@gmail.com.
3 Doutora em Geografia. Professora do Departamento de Geografia, Instituto Multidisciplinar, UFRRJ. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3603-7716. E-mail: cristianecardoso1977@yahoo.com.br.
4 Mestrando pelo programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6009-1819. E-mail: g.duarte92@hotmail.com.

culturais e principalmente perdas de vidas humanas, podem ser classificados de diferentes formas, sendo o ambiental e o tecnológico os que abordaremos nesse capítulo. Segundo a International Strategy for Disaster Reduction - ISDR (2004) um desastre é “Uma séria ruptura do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, causando perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais expressivas (widespread) que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade em atender (to cope) com os próprios recursos”.

O desastre tecnológico ocorrido, no município de Mariana (2015) e em Brumadinho (2019), em Minas Gerais, foram exemplos dessa ruptura socioambiental que levou a uma série de perdas materiais e imateriais (perdas de vidas e perdas ambientais), de um planejamento que não funcionou (onde os princípios de precaução e prevenção não foram fiscalizados), de vulnerabilidades de pessoas que estavam expostas aos riscos sem sequer ter a nítida noção dos riscos. De acordo com Freitas et.al. (2020, p. 334-335)

> Em menos de cinco anos, o Brasil assistiu a dois desastres tecnológicos de grandes proporções e consequências não passíveis de previsão ou total controle. O primeiro, considerado até então como o maior crime socioambiental do país, protagonizado pelo consórcio Samarco/Vale/BHP Billiton, em Mariana, ocorreu no dia cinco de novembro de 2015. Desde então, as vítimas do crime, que envolve seres humanos, natureza, vegetais e animais, sobrevivem aos processos técnicos e tecnológicos e aos encaminhamentos jurídicos, que aprofundam, a cada dia, o sofrimento social. Não bastasse isso, os atingidos ainda têm de lidar com a desqualificação de seus modos de vida, referências culturais e de bem-viver por parte das empresas que operam, tendo o direito de atenção à saúde negado, com aval jurídico mediante a sua Fundação, a Renova, e a inadequada intervenção política, quando esta ocorre. São expostos a processos tecnológicos que expandem os riscos e a desqualificados e arriscados processos de “necroengenharia” – engenharia que, da ruptura da barragem ao tratamento dado à reparação de suas casas, penaliza os habitantes dos territórios atingidos. O segundo, ocorrido em 25 de janeiro de 2019, quando por falta de precaução e prevenção, apesar de indicativos de risco em laudos, a mineradora Vale S.A. foi responsável pelo maior desastre do trabalho do Brasil, segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), com mais de 320 vítimas fatais. A localização definida para a construção do Centro Administrativo da empresa, a jusante das barragens de disposição de rejeitos do complexo minerário, e a tecnologia escolhida, somando-se à desconsideração dos riscos de ruptura

> identificados, explicam a magnitude do desastre no que se refere às perdas humanas e ambientais. Além das centenas de mortos e desaparecidos, há as imprevisíveis consequências para os ecossistemas, que só serão compreendidas e dimensionadas ao longo do tempo.

Diante disso, sob a perspectiva da ciência geográfica e do Planejamento Ambiental, este capítulo teve por objetivo apresentar, por intermédio do enfoque nos desastres tecnológicos em Mariana, MG, a bio-necropolítica associada ao rompimento de barragens de rejeitos de mineração.

A contribuição da Geografia e do planejamento ambiental e seus instrumentos no contexto de desastres tecnológicos

O Planejamento Ambiental, um dos campos de estudo da Geografia e das Ciências Ambientais, contribui na prevenção dos riscos, auxilia na minimização dos impactos e dos danos socioambientais. Planejar é algo bastante complexo, porém, "inato" a nossa sociedade dos outros animais como salienta Floriano (2004, p. 8)

> Planejar é, talvez, a principal característica que distingue as atividades humanas das dos outros animais. Por ser racional, o homem pode analisar o que ocorreu em situações semelhantes para prever o que é necessário fazer no futuro, repetindo o que deu certo e evitando os erros do passado; a este processo de organizar previamente as atividades futuras com base no conhecimento do passado chamamos "planejamento". Planejamento é uma ferramenta de gestão. É um processo de organização de tarefas para se chegar a um fim, com fases características e sequenciais que, em geral, estão na seguinte ordem: identificar o objeto do planejamento, criar uma visão sobre o assunto, definir o objetivo do planejamento, determinar uma missão ou compromisso para se atingir o objetivo do planejamento, definir políticas e critérios de trabalho, estabelecer metas, desenvolver um plano de ações necessárias para se atingir as metas e cumprir a missão e objetivos, estabelecer um sistema de monitoramento, controle e análise das ações planejadas, definir um sistema de avaliação sobre os dados controlados e, finalmente, prever a tomada de medidas para prevenção e correção quanto aos desvios que poderão ocorrer em relação ao plano.

Todas essas etapas envolvem uma série de etapas de trabalho que vão desde a formação de uma equipe, entendimento do problema e tentativa de minimizar os efeitos ou evitar que aconteçam. Ainda em Floriano (2004, p. 8)

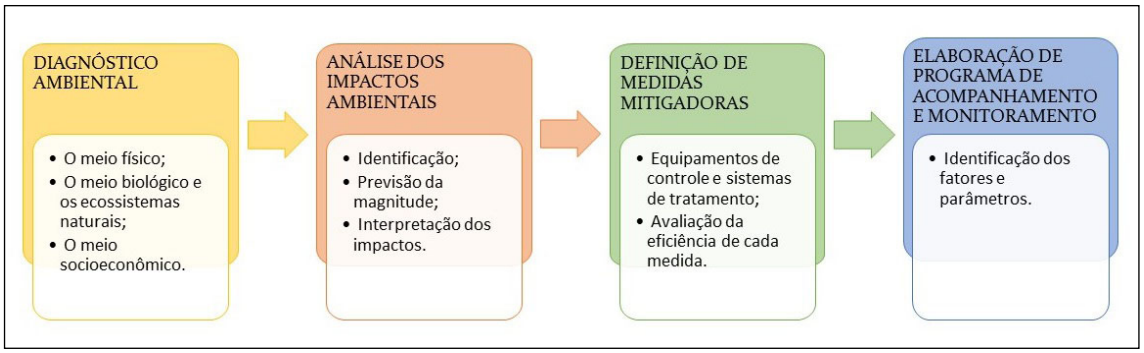
> Planejamento ambiental, portanto, é a organização do trabalho de uma equipe para consecução de objetivos comuns, de forma que os impactos resultantes, que afetam negativamente o ambiente em que vivemos, sejam minimizados e que, os impactos positivos, sejam maximizados.

O Planejamento Ambiental, como ação, está associado à conservação e à preservação do meio ambiente, a partir de análises que possibilitam a estruturação de relatórios quanto aos limites e às potencialidades da área estudada (CASTRO, 2016). Portanto, deve ser considerado como procedimento constante que embasa a gestão de atividades econômicas, considerando aspectos futuros e determinados objetivos.

A respeito das etapas do Planejamento Ambiental pontua-se a importância da definição, contínua e integrada, de objetivos e metas, da elaboração do diagnóstico e do prognóstico, bem como da tomada de decisão e da reavaliação do processo. Ainda cabe ressaltar, a necessidade de se avaliar o escopo estipulado para a região de estudo, considerando as demandas e concepções de diferentes atores: do contratante; do planejador; assim como dos governantes e dos órgãos ambientais. Estes últimos apresentam função essencial na gestão de riscos, por meio da tomada de decisão (SANTOS, 2004). Para Castro (2016, p. 25) “o planejamento ambiental deve ser considerado como uma parte importante e indissociável do planejamento das cidades e do planejamento regional”.

O planejamento ambiental, é ainda, fundamental na aprovação e na regulamentação de empreendimentos, por meio de instrumentos como a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), tais como o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), e o Licenciamento Ambiental (LA), que permitem a verificação de possíveis riscos socioambientais inerentes à instalação de tais atividades econômicas. A Avaliação de Impacto Ambiental analisa, mediante diagnóstico preventivo e contínuo, possíveis impactos ambientais decorrentes da implantação de dado empreendimento; este instrumento é regularmente associado ao Licenciamento Ambiental (BRASIL, 1986; RIBEIRO, 1998; CASTRO, 2016).

No caso do EIA, Tommasi (1993) aponta-o como instrumento de planejamento ambiental que auxilia na verificação de impactos ambientais, sociais, políticos e econômicos, em contexto prévio à implantação de certa atividade. Sua realização deve estar associada à equipe multidisciplinar, seguir as diretrizes propostas, no artigo 5º da Resolução CONAMA nº 001/86, e compor as etapas de Diagnóstico Ambiental, Análise dos Impactos Ambientais, Definição de Medidas Mitigadoras e Elaboração de Programa de Acompanhamento e Monitoramento, conforme Figura 1.

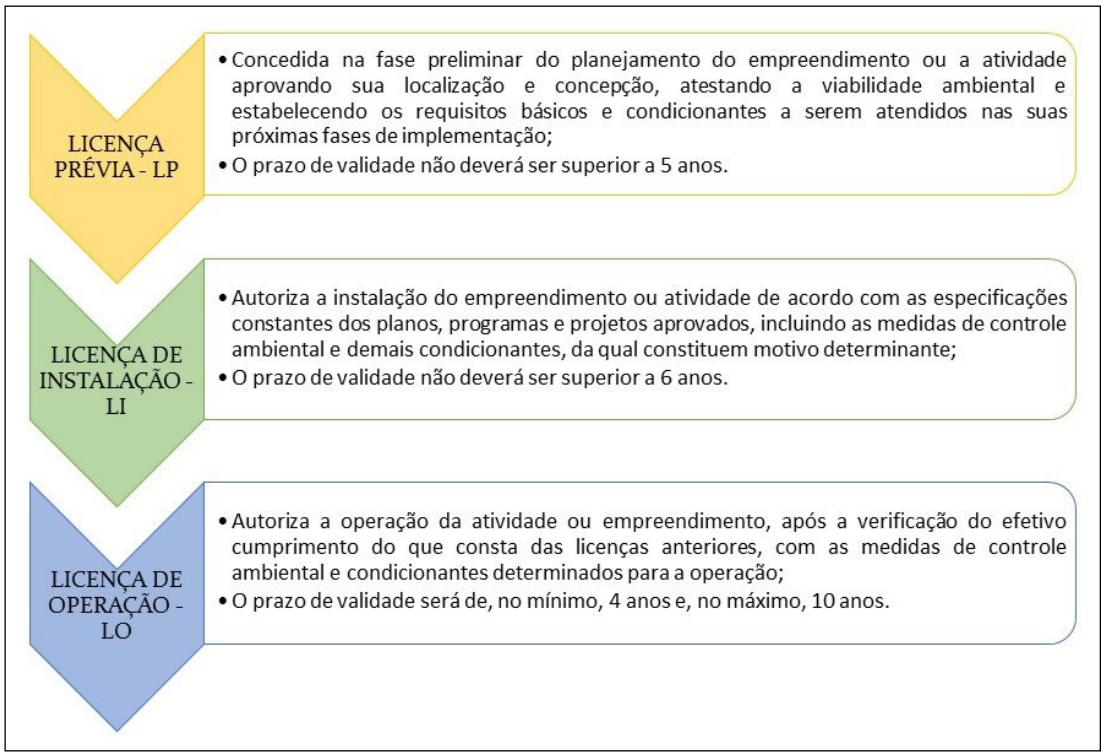


Fonte: Adaptado de Brasil (1986).

Figura 1. Etapas do Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Nessa perspectiva, como maneira objetiva e acessível, de disponibilizar as análises apontadas no EIA a público diverso (tomadores de decisão, órgãos governamentais, instituições educacionais, sociedade em geral), é formulado o Relatório de Impacto Ambiental. Este documento deverá apontar objetivos, justificativas, recursos necessários (humanos, materiais, técnicos, naturais), benefícios e malefícios do projeto, referentes às diferentes etapas do empreendimento além de apresentar medidas mitigadoras e os métodos de monitoramento dos impactos (CASTRO, 2016).

O Licenciamento Ambiental é estabelecido na Política Nacional do Meio Ambiente e definido na Resolução CONAMA nº 237/97, sendo fundamental para quaisquer atividades e estabelecimentos que se baseiam na utilização dos recursos naturais/ambientais e possam causar, de forma efetiva ou potencial, poluição ou degradação ambiental. O acompanhamento de processos de Licenciamento Ambiental é responsabilidade dos órgãos que compõem o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). Dentre tantas atividades contempladas na legislação, cita-se a extração e o tratamento de recursos minerais (processos que englobam desde a pesquisa mineral à lavra e as produções petrolífera e de gás natural). O processo envolve a concessão das Licenças Prévias, de Instalação e de Operação, conforme pode ser observado na Figura 2 (BRASIL, 1981; 1997).



Fonte: Adaptado de Brasil (1997).

Figura 2. Processo de obtenção das licenças ambientais.

Análises adicionais, como o Estudo de Análise de Riscos (EAR), são ainda essenciais quando da implementação ou operação de empreendimentos. O EAR permite avaliar vulnerabilidades e simular riscos socioambientais envolvendo a prevenção de acidentes, o manejo de produtos perigosos e a emissão de poluentes, prevendo efeitos negativos para a população e o meio ambiente. Destaca-se também, quando da realização do Licenciamento Ambiental, na fase de obtenção da Licença Prévia, a necessidade de estruturação do Plano de Controle Ambiental (PCA) que tem por objetivo apresentar projetos em prol da redução de impactos ambientais apontados nas etapas do EIA/RIMA (BRASIL, 2002).

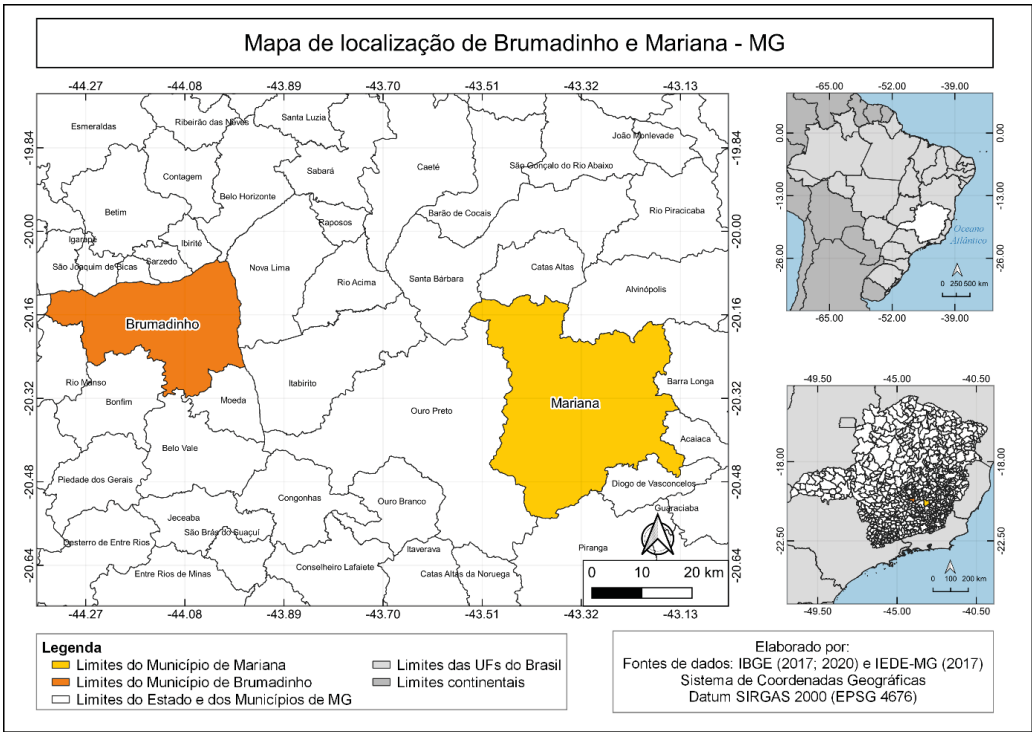
Nesse sentido, ressalta-se a importância da aplicação dos instrumentos do planejamento ambiental, aqui mencionados, em caso da implementação de atividades que condicionam degradação ambiental, sendo necessários na efetiva gestão, proteção e conservação ambiental pelos órgãos responsáveis, assim como na democratização de informações sobre projetos de empreendimentos. No contexto municipal, a elaboração de Plano de Contingência (PLANCON) é um exemplo da aplicação do planejamento ambiental, tendo em vista que tal plano visa avaliar e prever possíveis cenários de risco de desastres, visando à elaboração prévia de respostas, procedimentos, decisões, e suas respectivas adaptações, durante panoramas de desastres (BRASIL, 2017).

Mesmo com a implementação da AIA e do Licenciamento Ambiental, fundamentais na implantação de indústrias, ainda se observa a ocorrência

de inconsistências referentes à práxis dos processos industriais que levam a ocorrências de desastres afetando o meio ambiente, mas principalmente causando prejuízos materiais e perdas humanas para a população.

A título de exemplo, cita-se os recentes eventos de desastres tecnológicos associados ao colapso de barragens de mineração, como os ocorridos nos municípios mineiros de Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2019, localidades indicadas na Figura 3. Desastres que afetaram diretamente a população local, em especial a população ribeirinha, mediante o comprometimento dos meios de vida e até mesmo ocasionando mortes. Esses eventos geraram prejuízos materiais por meio de impactos nas atividades econômicas como o turismo e agricultura; além disso, comprometeram a qualidade do ambiente, por intermédio dos impactos nos biomas, na poluição e assoreamento dos corpos hídricos, na mortalidade de peixes e outras espécies animais. Freitas et.al. (2020, p. 351) salientam:

> Tanto em Brumadinho, como em Mariana, e ao longo das bacias do rio Doce e do Paraopeba, as pessoas acumulam perdas e dores potencializadas pelo descaso e pela desqualificação da empresa que esfacelou suas vidas. Qual a extensão real para os lençóis freáticos, aquíferos e oceanos? Que povos e lugares foram e serão atingidos? Como? (...) o colapso das estruturas de empreendimentos minerários, crimes que se sucedem, e os riscos que oferecem as demais barragens e processos de outros empreendimentos.



Fonte: Os autores.

Figura 3. Mapa de localização de Brumadinho e Mariana - MG.

Nesse sentido, convém ressaltar a importância da análise, da avaliação e do monitoramento dos processos de instalação e de operação das estruturas de contenção de rejeitos de mineração, considerando a existência de riscos e impactos intrínsecos a essas obras. Assim como é fundamental traçar o planejamento de respostas prévias, em caso de desastres tecnológicos, com objetivo de prevenir danos irremediáveis. No contexto dos desastres, especificamente tecnológicos, entende-se que a Geografia e o Planejamento Ambiental são aliados na construção de resiliência, na diminuição das vulnerabilidades e dos impactos bem como no enfrentamento da bio-necropolítica.

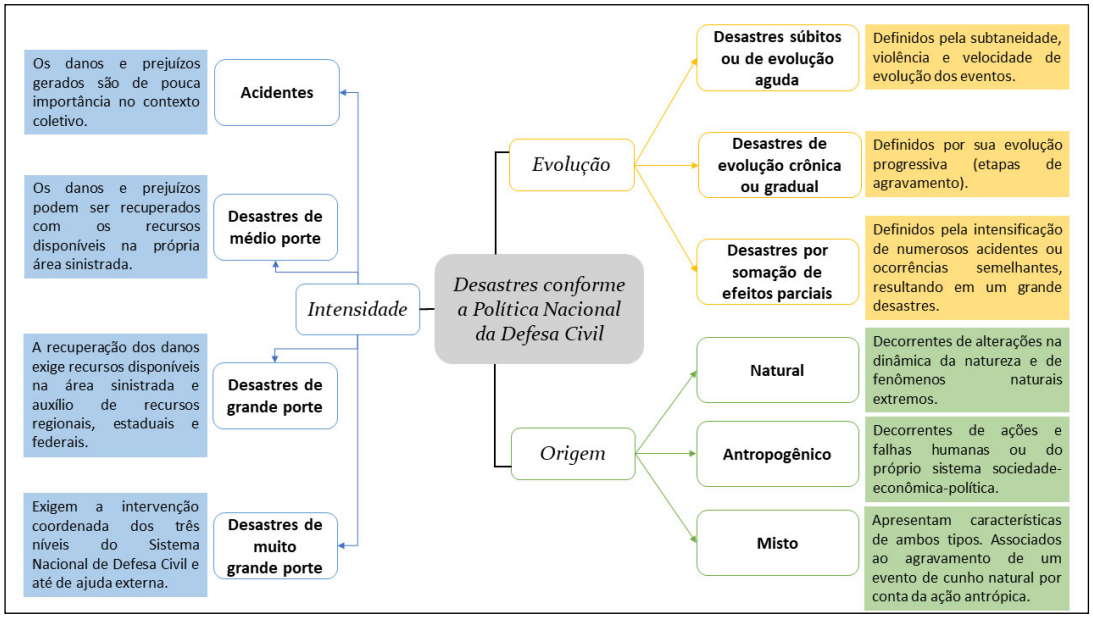
A indústria da mineração brasileira, pelas atividades de disposição de rejeitos, caracteriza-se por embasamento político-tecnológico voltado à lógica capitalista, associado a práticas empresariais que estimulam riscos socioambientais e a inação quanto à fiscalização e ao controle estatal. Tal cenário proporciona a geração de elevados riscos às populações, aos ecossistemas circundantes e às barragens de disposição (WANDERLEY et al., 2016).

A literatura dos desastres

Eventos catastróficos, provocados, muitas das vezes, pela própria dinâmica ambiental e intensificados pela ação humana, têm sido cada vez mais recorrentes. Conforme a Política Nacional da Defesa Civil (BRASIL, 2007), esses podem ser classificados como desastres e resultam de eventos adversos (naturais ou antrópicos) em ecossistema exposto, promovendo danos de ordem material, ambiental e/ou humana, bem como prejuízos sociais e econômicos.

Para a Defesa Civil (BRASIL, 2007), órgão nacional referencial na atuação sobre eventos perigosos, os desastres são elencados mediante sua evolução, intensidade e origem, conforme apontado na Figura 4. Quanto ao critério de intensidade, esses eventos são apresentados como acidentes; desastres de médio porte; desastres de grande porte ou desastres de muito grande porte. Nessa perspectiva, pontua-se que a intensidade do evento adverso está diretamente relacionada à magnitude do fenômeno associada ao grau de vulnerabilidade do ambiente e das populações atingidas.

Percebe-se que, quanto menor o poder aquisitivo da população, também será menor a sua resiliência e maiores serão os impactos (MENDONÇA, 2004). Silva; Santos; Marques Filho (2020, p.153) salientam “embora tais eventos atinjam a todos, as respostas e a capacidade de recuperação são diferentes; a maneira como as pessoas são afetadas não é a mesma”.



Fonte: Adaptado de Brasil (2007).

Figura 4. Classificação dos desastres conforme a Política Nacional da Defesa Civil (PNDC).

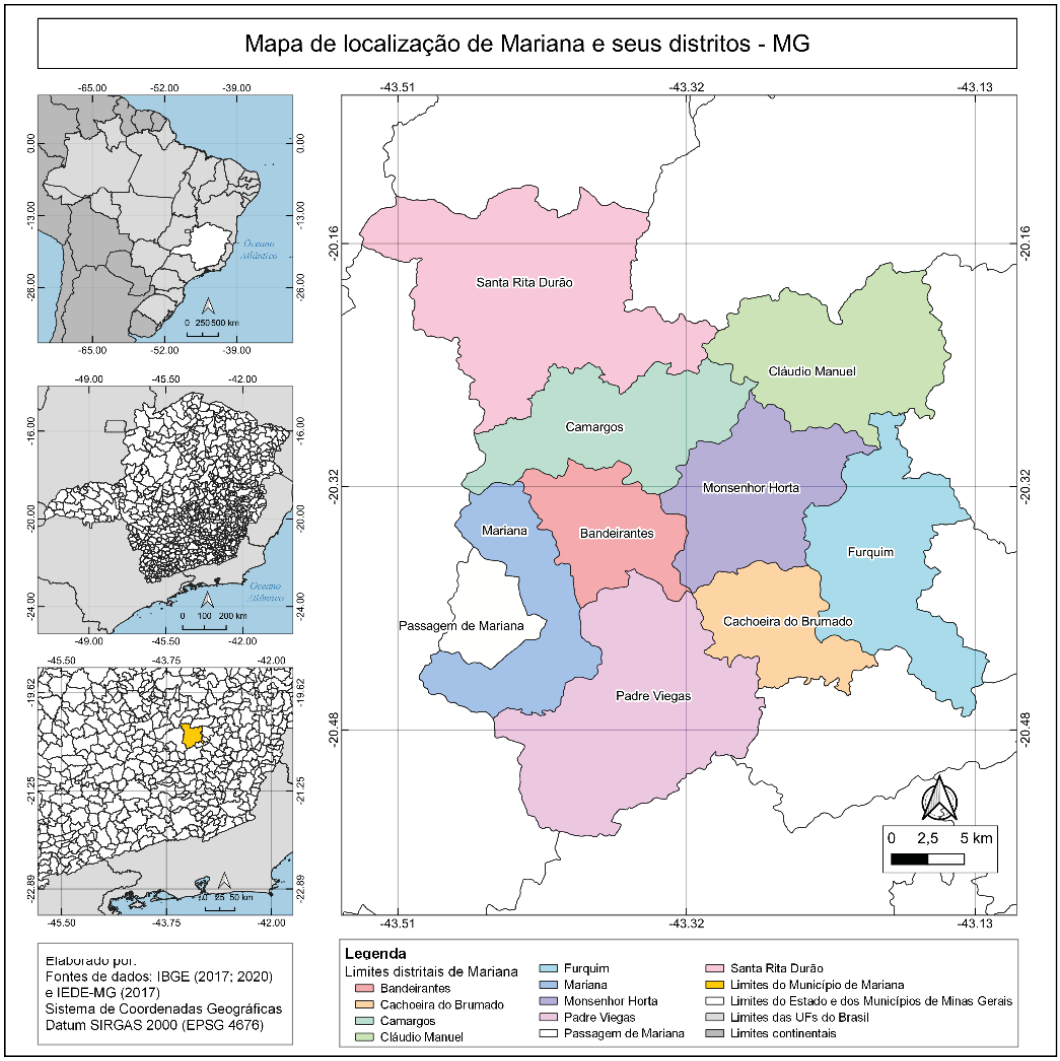
A respeito da origem do desastre, este pode ser categorizado como natural, antropogênico ou misto. Os eventos de cunho natural, como a própria nomenclatura aponta, estão atrelados a fenômenos naturais extremos, bem como às alterações na dinâmica e no equilíbrio ambiental. No viés antropogênico, os desastres associam-se às ações e/ou às falhas humanas e aos desequilíbrios particulares do sistema sociedade-economia-política. Desastres mistos englobam aspectos de ambos os tipos citados, podendo estar associados à intensificação e ao agravamento de eventos naturais por intermédio da influência da coletividade (BRASIL, 2007).

Cabe destacar que, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), definida pelo Ministério da Integração e pela Defesa Civil, aborda os desastres em naturais ou tecnológicos, categorizando-os por código e simbologia específica conforme grupos, tipos e demais subdivisões. Desastres naturais podem ser tipificados em eventos geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos ou biológicos. Desastres tecnológicos são qualificados em eventos relacionados a substâncias radioativas, a produtos perigosos, a incêndios urbanos, a obras civis ou ao transporte de passageiros e de cargas não perigosas (BRASIL, 2012).

No contexto de desastres tecnológicos decorrentes do rompimento de barragens, a COBRADE codifica esses eventos pelo código 2.4.2.0.0. Nessa perspectiva, a Defesa Civil, por meio do Manual de Desastres Tecnológicos, aponta que os desastres relacionados ao colapso de barragens podem se desenvolver por conta da instabilidade e da falta de solidez das obras associados à implantação de barragens, em terrenos pouco estáveis, contribuindo para ocorrência de possíveis infiltrações e vazamentos (BRASIL, 2003).

O rompimento da Barragem de Mariana: impactos e desdobramentos

O município de Mariana está localizado no estado de Minas Gerais, situado a latitude 20º22'37.4''S e a longitude 43º27'13.9''O, pertencendo à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e inserido na microrregião de Ouro Preto. Sua extensão territorial é de 1.194,208 km², compreendendo dez distritos: Águas Claras, Bandeirantes (Ribeirão do Carmo), Cachoeira do Brumado, Camargos, Cláudio Manoel, Furquim, Monsenhor Horta, Padre Viegas (Sumidouro), Passagem de Mariana e Santa Rita Durão, conforme pode ser observado na Figura 5. De acordo com dados do Censo Demográfico 2010, Mariana possuía 54.219 habitantes, representando cerca de 0,28% do total da população do estado e registrando densidade demográfica de 45,40 habitantes por km². Estima-se, para o ano de 2020, um contingente populacional de 61.288 habitantes (MINAS GERAIS, 2010; IBGE, 2021; PREFEITURA DE MARIANA, 2021).



Fonte: Os autores.

Figura 5. Mapa de localização de Mariana e seus distritos - MG.

No que tange às características geomorfológicas e climatológicas do município, ressalta-se, no geral, a presença de relevo com feições onduladas bem como o estabelecimento de clima tropical de altitude úmido. Nota-se a grande diversidade de cunho geológico em Minas Gerais, existindo testemunhos de diferentes idades geológicas nas formações rochosas; além disso destaca-se a região do Quadrilátero Ferrífero, área em que o município está inserido, e sua contribuição para a comercialização, a níveis nacional e internacional, de recursos minerais, em especial da rocha itabirito, composta pelo minério de ferro (AZEVEDO et al., 2012). Machado e Silva (2010, p. 17) apontam que "tal variedade geológica reflete-se tanto na história mineradora do estado, cujo desenvolvimento está intimamente ligado à exploração de recursos minerais desde o período colonial, quanto em sua geodiversidade.".

É importante pontuar que Mariana possui relevância histórica associada ao status de primeira cidade fundada no estado de Minas Gerais e que, em conjunto com outras cidades históricas do estado, é caracterizada como patrimônio arquitetônico colonial-barroco brasileiro. Sua construção é referente ao ano de 1696 e relacionada às expedições bandeirantes em busca de recursos minerais (CAMARGO, 2018). Isto se reflete na contribuição do setor minerário na economia do município e do estado: desde a colonização, o extrativismo mineral é atrelado à história das localidades (ALVES, 2008). Atualmente, essa atividade ainda compõe importante espaço na economia da região, o que é notável pela presença de inúmeras empresas voltadas para à mineração.

Nessa perspectiva, o colapso da barragem do Fundão, constituinte do Complexo de Germano (formado pelas barragens do Fundão, de Germano e de Santarém), em Mariana, no dia 05 de novembro de 2015, constitui-se como um dos piores desastres tecnológicos ocorridos no país e que evidencia a dependência econômica do município com a mineração. Sob a administração da empresa Samarco (joint-venture da BHP Billiton e da Vale), o rompimento da barragem do Fundão caracterizou-se pelo extravasamento total de 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração de ferro. O evento é denominado como um desastre de muito grande porte, tendo em vista a necessidade de recursos, para recuperação de danos e prejuízos, provindos das diversas escalas governamentais (federal, estadual e municipal) bem como de ajuda internacional (BRASIL, 2015).

De acordo com Freitas et al. (2016), podem ser imputadas as seguintes causas para a perda de estabilidade da construção: a obstrução do sistema de drenagem da obra, o surgimento de uma ruptura associado à ampliação no progresso e à velocidade de deposição de rejeitos. Nesse sentido, é essencial pontuar que a barragem de Fundão era caracterizada pelo método de estruturação à montante; sendo este, o método menos seguro de implantação destas estruturas, utilizado em construções de rápido desenvolvimento e custos reduzidos.

Na perspectiva dos impactos ambientais, conforme Laudo Técnico Preliminar do IBAMA, o evento influenciou na geração de “impactos às áreas de preservação permanente; impactos à ictiofauna; impactos à fauna; impactos socioeconômicos e impactos à qualidade da água” (BRASIL, 2015). A Figura 6, conforme informações do Laudo Técnico Preliminar, apresenta didaticamente os impactos do colapso da barragem, classificando-os nas ordens técnica (representada pela cor laranja), ambiental (correspondente à cor verde), social e humana (representada pela cor azul) e econômica (apontada pela cor amarela).

Fonte: Adaptado de Brasil (2015).

Figura 6. Impactos provocados pelo colapso da barragem de Fundão, conforme Laudo Técnico Preliminar.

Destaca-se que o extravasamento dos rejeitos de mineração de ferro promoveu, do ponto de vista do território, a destruição material e imaterial, do subdistrito de Bento Rodrigues, atingindo de forma menos severa outras localidades. Nesse sentido, o evento permite o desenvolvimento de discussões acerca de pertencimento ao território, ao passo que através da degradação, populações rurais e ribeirinhas foram impactadas pelo desalojamento, comprometimento da renda, assim como influenciou-se na sustentação e conservação da vida cotidiana (WANDERLEY et al, 2016).

No contexto social e humano, o desastre-crime provocou 19 óbitos, no município de Mariana, bem como gerou elevado quantitativo de feridos nos municípios vizinhos. Vale ressaltar a existência de conflito conceitual, no contexto científico-acadêmico, quanto à menção do evento ora como desastre tecnológico,

ora como crime ambiental. Nessa pesquisa, o evento é entendido conforme a conceituação proposta pela PNDC e pela COBRADE, configurando-o como um desastre tecnológico. Entretanto, é fundamental pontuar que essa definição não exclui as demais terminologias apontadas pelas diferentes áreas de estudo.

Além disso, cita-se a influência do desastre na poluição e na qualidade hídrica, considerando a disponibilidade e a utilização da água pela população nas diferentes escalas temporais. É possível identificar impactos, seja a curto ou a médio prazo, relacionados aos parâmetros de potabilidade, ao consumo e ao abastecimento da água. No longo prazo, os impactos podem se associar à contaminação por metais pesados, sendo essencial o monitoramento dos recursos, não desconsiderando possíveis consequências à saúde humana (FREITAS et al., 2016).

Para além dos impactos, cabe apontar desdobramentos de cunho jurídico visando à análise do panorama e às medidas realizadas pós-desastre. Conforme a contribuição de Duarte (2015), aponta-se os aspectos legais infringidos mediante a apresentação das legislações ambientais vigentes. De acordo com a própria Constituição Federal, a recuperação ecossistêmica é obrigatória no contexto da exploração de recursos minerais e deve seguir os regulamentos estabelecidos pelos órgãos ambientais responsáveis; soma-se a isto a imposição de sanções penais e administrativas aos infratores, quando da degradação ambiental (BRASIL, 1988).

A reparação, a compensação e a remediação dos impactos, os prejuízos e os danos de ordens técnica, ambiental, social e humana e econômica estão vinculadas às ações estabelecidas nas esferas civil, administrativa e penal. Dentre as ações, cita-se, conforme a Lei nº 6.938/81 e o Decreto nº 6.514/08, a indenização e a reparação dos danos causados ao meio ambiente e à sociedade, bem como a determinação de pagamento de multas por conta, dentre outros aspectos, da poluição e geração de danos à saúde humana e de outras espécies, comprometendo a biodiversidade (BRASIL, 1981; 2008).

Referente a definição do desastre de Mariana como crime, ressalta-se que, conforme a Lei nº 9.605/98, nos artigos 33, 54 e 55, fica determinado como crime ambiental: propiciar a mortandade da fauna existente nos corpos hídricos por meio da emissão de efluentes; provocar quaisquer tipos de poluição, de forma que se suceda em danos à saúde humana ou de outras espécies da fauna e da flora; e praticar atividades de extração mineral (pesquisa e lavra) sem respectiva autorização (BRASIL, 1998).

Para o estabelecimento da justiça socioambiental, medidas foram estabelecidas a curto, médio e longo prazo. Dentre tantas, cita-se as determinações de pagamento de multa pela Samarco, às populações impactadas, bem como de criação de projetos em prol da restauração das localidades assoladas, por meio da criação da Fundação Renova, e de auxílio aos atingidos pelo colapso

da barragem (BRASIL, 2019). A morosidade na quitação das multas e a prorrogação das ações contra a empresa na Justiça marcam o panorama pós-desastre (LOPES; WERNECK, 2017).

Cabe analisar, sob a perspectiva do Licenciamento Ambiental, o processo de implementação da barragem de Fundão por meio de sua regularização, através da concessão da licença de operação. Conforme Freitas et al. (2016), até 2015, ano em que ocorreu o desastre, foram realizadas diversas mudanças na estrutura da barragem: desde o início do processo de licenciamento, em meados de 2005, perpassando pela concessão da primeira licença de operação em 2008. Em parecer expedido em 2013 (Processo n.º 00015/1984/095/2013), o Ministério Público do Estado de Minas Gerais, estabeleceu, quanto ao funcionamento da barragem de Fundão e à renovação da licença de operação, a necessidade de realização de monitoramento, geotécnico e estrutural, contínuo nas estruturas, elaboração de plano de contingência, essencial no caso de desencadeamento de riscos e desastres, e análise de ruptura da barragem (MPMG, 2013).

Destaca-se que, em 2014, foram realizados alertas quanto à presença de princípio de ruptura na estrutura. Em meados de 2015, foram concedidas licenças prévia e de instalação quando da solicitação de ampliação da barragem. No dia do desastre, a licença de operação encontrava-se em processo de revalidação e colapsou na cota de 898m (FREITAS et al., 2016). No que toca ao EIA e ao RIMA da barragem e às medidas realizadas durante o desastre, Wanderley et al. (2016) apontam a ausência de sistematização de plano de emergência, bem como o obscurantismo quanto aos riscos do colapso da estrutura e às respectivas vulnerabilidades socioambientais, destacando a ineficiência das análises citadas quanto à projeção de cenários de desastres e seus impactos.

Conforme o Cadastro Nacional das Barragens, referente ao ano de 2016, existiam 839 estruturas de contenção de rejeitos de mineração registradas no país; deste total, 365 barragens localizavam-se no estado de Minas Gerais, correspondendo a 43,5%. Dados do documento apontam a existência de 223 barragens classificadas com alto dano potencial associado (DPA) no Brasil, das quais 146 localizavam-se no estado anteriormente citado. Considerando a categoria de risco (CRI), à nível nacional, foram registradas 376 barragens com baixo risco, enquanto no estado mineiro, 197 barragens (BRASIL, 2016).

Nessa perspectiva, convém reconsiderar a caracterização das barragens, bem como a fiscalização, gestão e segurança destas estruturas, tendo em vista que nos desastres envolvendo o colapso de barragens de rejeitos de mineração ocorridos em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), ambas eram classificadas como de baixo risco. Destaca-se ainda o reduzido quantitativo de funcionários dos órgãos fiscalizadores responsáveis pela realização de inspeções nas

barragens. Passarinho (2019) apresenta o sucateamento da fiscalização frente à insuficiência no número de servidores da Agência Nacional de Mineração (ANM): ao todo, 79 funcionários são responsáveis pela realização da gestão e inspeção das barragens na regional de Minas Gerais, à medida que no país há apenas 35 fiscais especializados para realização de inspeção *in loco* nestas estruturas.

A bio-necropolítica dos desastres tecnológicos

Considerando que os desastres tecnológicos são oriundos de ações e falhas humanas, como no caso do rompimento da barragem em Mariana, MG, cabe refletir acerca dos seus impactos e riscos gerados à sociedade e aos territórios. Conforme apresentado, existem incoerências (e negligências) quanto a fiscalização destas estruturas, assim como o próprio Planejamento Ambiental, quanto à implantação de empreendimentos em determinados locais, o que permite a perpetuação da bio-necropolítica. O termo resulta dos conceitos de biopolítica de Foucault (2008) e necropolítica de Mbembe (2011).

Para Michel Foucault, por meio da biopolítica e do biopoder, implementa-se a regulação sobre as sociedades e infere-se na gestão da vida (e do território), conforme pontuado na sentença "fazer viver e deixar morrer". O biopoder emerge na sociedade e não no Estado, constituindo assim a microfísica do poder. Contudo, conforme Gomes; Silva; Sanchéz (2021), a perspectiva foucaultiana baseia-se na visão eurocêntrica e é limitada para analisar demais realidades, como, por exemplo, a observação e contextualização das injustiças existentes nas periferias da América Latina e do Brasil; emergindo assim, conforme a concepção de Mbembe, a necropolítica, ou ainda, a tanatopolítica, que extrapola a premissa "fazer viver e deixar morrer".

Conforme Silva (2019), o autor camaronês apresenta a soberania necropolítica como direito sobre a morte dos indivíduos e populações. Sob este panorama, o biopoder será apresentado como um mecanismo que estrutura a coletividade, consentindo na morte de indivíduos (à parte da sociedade) em função da manutenção da respectiva sociedade por meio da inferência e do domínio sobre a vida biológica.

No tocante a implantação de empreendimentos, Malheiro e Cruz (2019) discursam a respeito da preponderância das "geo-grafias dos grandes projetos de des-envolvimento" em detrimento das "geo-grafias dos povos, grupos e comunidades", e sobre a interferência destes dispositivos no território e no próprio meio ambiente. Os autores apontam a influência dos projetos voltados aos setores minero-metalúrgico, petroquímico, de geração de energia (usinas hidrelétricas) e de mobilidade urbana (portos, hidrovias, estradas e ferrovias) nas dinâmicas social e territorial, bem como na perpetuação da concentração de renda, contribuindo para a manutenção da bio-necropolítica nos territórios.

Acerca da indústria mineradora, Penido (2018) considera que, ao passo que se pode abordar uma biopolítica da mineração, pode-se também relatar, no setor, a existência de uma necropolítica que potencializa riscos e impactos socioambientais e ocasiona desastres. No contexto do desastre tecnológico de Mariana, pelo viés social e humano, identificou-se que os efeitos decorrentes do colapso da barragem, impactaram coletividades formadas, principalmente, por negros e pardos, elucidando a maior vulnerabilidade destes grupos sociais. Aponta-se a geração de consequências à saúde humana e à manutenção do equilíbrio ambiental (WANDERLEY et al., 2016). Mediante o colapso da barragem de Fundão, ficou claro que:

> O desastre, portanto, nos remete a destruição do corpo-território, (...) evidenciando mais uma das dimensões bio(necro)políticas da mineração, manifesta na expropriação e/ou destruição dos próprios meios que nos fazem corpos: a água, a terra, o ar, em suma, o território (PENIDO, 2018, p. 45).

Do ponto de vista do Planejamento Ambiental, nota-se ainda que a bio-necropolítica vem permeando a (des)construção do arcabouço jurídico ambiental. No que tange ao Licenciamento Ambiental, o Projeto de Lei (PL) 3.729/2004, aprovado em maio de 2021, na Câmara dos Deputados, e que segue em tramitação no Senado Federal, prevê alterações nesse processo. O texto que propõe modificações significativas e preocupantes no Licenciamento Ambiental, visa, entre outros aspectos, flexibilizar prazos bem como retirar a necessidade de atividades e empreendimentos específicos e impactantes possuírem licença ambiental. Para o Movimento dos Atingidos por Barragens, caso o projeto seja aceito na estrutura proposta (texto-base), resultará no:

> (...) desmantelamento do licenciamento ambiental no Brasil, permitirá o aprofundamento das graves violações de direitos humanos que ocorrem sistematicamente na implementação de grandes obras de infraestrutura, tornará ainda mais contundente o violento processo de desterritorialização dos povos da floresta, campos e águas, mas também afetará profundamente a vida de todos que vivem nas cidades, devido ao grande aumento da degradação ambiental que será propiciado. O PL 3729 ameaça as florestas, a Amazônia, o equilíbrio climático, os rios, os povos, a vida em todas as suas formas e precisa ser impedido de qualquer maneira pelos brasileiros que querem viver em um país mais justo e soberano (MAB, 2021).

Conforme apontado pela WWF Brasil (WWF, 2021), mediante as alterações propostas, espera-se que o texto-base seja revisado no Senado Federal, visando ao aprimoramento e à eficiência do licenciamento, sem abster-se da garantia de aspectos relevantes à proteção ambiental.

Considerações Finais

A presente pesquisa visou apresentar a relação existente entre a Geografia e o Planejamento Ambiental, abordando a temática dos desastres tecnológicos sob a perspectiva do colapso da barragem de rejeitos de mineração ocorrido em Mariana (2015), associada à perpetuação da bio-necropolítica envolvendo desastres, seja por conta da lógica privada como pelo descaso aos processos de Planejamento e Licenciamento Ambientais.

Assim, foram apresentados os impactos e os desdobramentos referentes ao evento, mostrando, neste sentido, a importância dos instrumentos e das etapas do Planejamento Ambiental na redução de riscos de desastres e na definição de métodos seguros na construção de barragens. Além disso, buscou-se discutir a emergência da bio-necropolítica pelo viés do aparato jurídico ambiental, tendo em vista os avanços na (des)construção do licenciamento através do Projeto de Lei 3.729/2004.

O capítulo demonstrou que a bio-necropolítica dos desastres tecnológicos está associada a incoerências e a negligências privadas (do ponto de vista dos empreendimentos) e a estatais (considerando o recorrente sucateamento e desmonte dos órgãos e das legislações ambientais). Portanto, entende-se que é necessário o monitoramento contínuo dos impactos a longo prazo, decorrentes do desastre de Mariana, bem como é fundamental o acompanhamento das medidas legais imputadas à empresa e das demais ações e projetos restauradores, considerando as territorialidades atingidas e os ecossistemas impactados.

Referências

ALVES, A. N. Histórico e importância da mineração no estado. **Revista do Legislativo**, n. 41, p. 27-32, 2008.

AZEVEDO, U. R. de.; MACHADO, M. M. M.; CASTRO, P. T. A.; RENGER, F. E.; TREVISOL, A.; BEATO, D. A. C. Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG): proposta. v.1. In: Schobbenhaus C., Silva C. R. (Org.). **Geoparques do Brasil**: propostas. Brasília: CPRM, 2012, p. 184-220.

BRASIL. **Cadastro Nacional das Barragens 2016**: Classificação das Barragens de Mineração. Brasília, DNPM: 2016.

BRASIL. **Constituição Federal (1988)**. Constituição da República Federal do

Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Decreto Nº 6.514, de 22 de julho de 2008**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

BRASIL. **Lei Federal Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

BRASIL. **Lei Federal Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE**. Espírito Santo: MI, 2012.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual de desastres humanos**: Desastres humanos de natureza tecnológica. Brasília, DF: MI, 2003. 452p. 2 v.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília, DF: MI, 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Minimização de Desastres. **Módulo de formação**: Elaboração de Plano de Contingência. Livro Base. Brasília, DF: MI, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Laudo Técnico Preliminar**: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. 2015. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_Ibama.pdf>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Procedimentos para o Licenciamento Ambiental Federal**. Brasília, DF: 2002.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/ port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

BRASIL. **Samarco deverá pagar R$ 40 milhões por danos morais coletivos e adotar medidas preventivas para reabrir lavra em Mariana**. Justiça do Trabalho. 2019. Disponível em: <https://portal.trt3.jus.br/internet/conheca-o-trt/comunicacao/noticias-juridicas/nj-samarco-devera-pagar-r-40-milhoes-por-danos-morais-coletivos-e-adotar-medidas-preventivas-para-reabrir-lavra-em-mariana>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

CAMARGO, C. O. S. F. A. **O município de Mariana**. In: Vozes e silenciamentos

em Mariana: crime ou desastre ambiental? 2.ed. Campinas: BCCL/UNICAMP, 2018, p.52-61.

CASTRO, C. M. **Planejamento Ambiental**: Volume Único. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, Consórcio CEDERJ, 2016.

DUARTE, F. **O caso Samarco e a responsabilidade ambiental**. Minas Gerais: Jusbrasil, 2015. Disponível em: <https://fellipesd.jusbrasil.com.br/artigos/255747257/o-caso-samarco-e-a-responsabilidade-ambiental>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

FLORIANO, E. P. **Planejamento Ambiental.** Caderno Didático nº 6, 1ª ed. Santa Rosa, 2004.

FOUCAULT, M. **Nascimento da biopolítica**. São Paulo: Martins Fontes. 2008.

FREITAS, C. M. de; SILVA, M. A. da; MENEZES, F. C. de. O Desastre na Barragem de Mineração da Samarco: Fratura Exposta dos Limites do Brasil na Redução de Risco de Desastres. **Ciência e Cultura**, v. 68, p. 25-30, 2016.

FREITAS, S. M. C. F. e*t. al*. Brumadinho: muito mais que um desastre tecnológico. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 332-355, mai./ago. 2020.

GOMES, M. F.; SILVA, P. H. M.; SÁNCHEZ, A. F. A. The bio-necropolitics of environmental injustices in Brazil. **Veredas do Direito**, v.18, n.40, p. 253-277, 2021.

IBGE. **Cidades**: Mariana - Panorama. Censo Demográfico de 2010. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/mariana/panorama>. Acesso em: 12 de agosto de 2021.

ISDR (International Estrategy for Disaster Reduction). **Terminology: basic terms of disaster risk reduction**. (revisão de 31/03/2004). Disponível em: <http://unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng-p.htm>. Acesso em Maio de 2022.

LOPES, V.; WERNECK, G. **Milhares de ações sobre a tragédia de Mariana se arrastam na Justiça**. Estado de Minas Gerais. 2017. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2017/08/09/interna_gerais,890448/milhares-de-acoes-sobre-a-tragedia-de-mariana-se-arrastam-na-justica.shtml>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

MAB. **O PL 3729 de 2004 e a destruição do Licenciamento Ambiental no Brasil**. Movimento dos Atingidos por Barragens Brasil. 2021. Disponível em: <https://mab.org.br/2021/05/11/o-pl-3729-de-2004-e-a-destruicao-do-licenciamento-ambiental-no-brasil/>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

MACHADO, M. F.; SILVA, S. F. **Geodiversidade do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2010.

MALHEIRO, B. C.; CRUZ, V. C. Geo-grafias dos grandes projetos de desenvolvimento: Territorialização de exceção e governo bio/necropolítico do território. **GEOgraphia**, v. 21, n. 46, p. 18-31, 2019.

MBEMBE, A. **Necropolítica**. Editorial Melusina, S.L., 2011.

MENDONÇA, F. A. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana:

uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba: UFPR, n. 10, pp. 139-148, 2004.

MPMG. **Processo n.o 00015/1984/095/2013**. Minas Gerais: Ministério Público do Estado de Minas Gerais, 2013.

MINAS GERAIS. **Meso e microrregiões do IBGE**. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/sites/default/files/paginas/arquivos/2016/ligminas_10_2_04_listamesomicro.pdf>. Acesso em: 12 de agosto de 2021.

PASSARINHO, N. **Porque o Brasil não tem como saber se suas barragens são seguras**. Londres: BBC Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47240090>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

PENIDO, M. O. Bio(necro)política da mineração: Quando o desastre atinge o corpo-território. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 63, n. 2, p. 38-51, 2018.

PREFEITURA DE MARIANA. **Mariana**: Distritos de Mariana. Minas Gerais. Disponível em: <https://www.mariana.mg.gov.br/todos-distritos>. Acesso em: 12 de agosto de 2021.

RIBEIRO, M. A. **Ecologizar**: Pensando o ambiente humano. Belo Horizonte: Editora Rona, 1998.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, M. S.; SANTOS, S. V. O.; MARQUES FILHO, J. P. "As desigualdades socioambientais e a qualidade de vida: quem são os vulneráveis ambientais?" *In*: CARDOSO, C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Geografia e os riscos socioambientais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

SILVA, P. H. M. **A bio-necropolítica das injustiças ambientais**: Das vulnerabilidades humanas à tragédia-crime no município de Brumadinho/MG. Dissertação (Mestrado em Direito) - Belo Horizonte: Programa de Pós-graduação em Direito, Escola Superior Dom Helder Câmara. 2019.

TOMMASI, L.R. **Estudo de Impacto Ambiental**. São Paulo: CETES. Terragraph Artes e Informática, 1993.

WANDERLEY, L. J.; MANSUR, M. S.; MILANEZ, B.; PINTO, R. G. Desastre da Samarco/Vale/BHP no Vale do Rio Doce: aspectos econômicos, políticos e socioambientais. **Ciência e Cultura**, v. 68, p. 30-35, 2016

WWF. **Câmara dos Deputados fragiliza Licenciamento Ambiental e aumenta insegurança no país**. WWF Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?78550/Camara-dos-deputados-fragiliza-Licenciamento-Ambiental-e-aumenta-inseguranca-no-pais>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

GEOGRAFIA E PODER PÚBLICO NA GESTÃO TERRITORIAL COLETIVA

GEOGRAPHY AND PUBLIC POWER IN COLLECTIVE TERRITORIAL MANAGEMENT

Antoniane Arantes de Oliveira Roque[1]
Renata de Faria Rocha Furigo[2]

O trabalho

O presente trabalho tem por objetivo apresentar e analisar o mapeamento ambiental do território municipal de Mogi Mirim, Estado de São Paulo/Brasil realizado pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada e Faculdade Santa Lucia, no âmbito do Processo Administrativo n° 9465/2019, à luz do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (INSTITUTO FLORESTAL, 2020) e dos aspectos que culminaram no Termo de Ajustamento de Conduta celebrado entre a Prefeitura de Mogi Mirim e o Ministério Público do Estado de São Paulo, em razão da necessidade de revisão do Plano Diretor Municipal – Lei Complementar Municipal n° 308/2015. Demonstrando as características técnicas da ciência da Geografia no suporte aplicado à agenda dos gestores municipais quanto à redução dos riscos iminentes à uma ocupação desordenada do território, propiciando o conhecimento do espaço a ser gerido, para a preparação de respostas técnicas conectadas a números concretos, para uma correta definição do esforço do erário a ser mobilizado em programas e políticas públicas.

O Instituto Florestal, órgão da Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente, divulgou, em 2020, o "Inventário Florestal do Estado de São Paulo – Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa". Segundo este estudo, o município de Mogi Mirim tem apenas 9,2% de seu território com vegetação nativa preservada (INSTITUTO FLORESTAL, 2020, p. 32). Esta condição deixa o município e seus

1 Doutor em Ambiente e Sociedade. Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3005-251X. E-mail: antoniane@yahoo.com.br.
2 Doutora em Urbanismo. Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE Mogi Mirim. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7640-0148. E-mail: renatafurigo@gmail.com.

Agradecimentos: Às discentes do curso de engenharia civil das FIMI, Érica Lopes e Nathália Barrozo, pelos mapeamentos efetuados durante atividade de Iniciação Científica. À direção das Faculdades FIMI e Santa Lúcia, pelo constante apoio e incentivo para com a condução das atividades. Ao corpo técnico da Prefeitura Municipal de Mogi Mirim, por acreditar no trabalho e colocá-lo dentro da agenda local de tomada de decisão.

cidadãos muito vulneráveis, porque desta vegetação – florestas e bosques, dependem a perenidade dos rios, lagos, açudes e nascentes; o abastecimento de água, as atividades agropecuárias, a vida vegetal e animal, e o nosso clima local. Com o desmatamento, a umidade do ar diminui, aumentam os impactos negativos das queimadas, as chuvas ficam mais escassas. A saúde das pessoas piora, aumentando a demanda por serviços de saúde. A produtividade do trabalho diminui, e a qualidade de vida de toda a população piora lentamente.

Em 14 de outubro de 2020, a Faculdade Santa Lucia, de Mogi Mirim e as Faculdades Integradas Maria Imaculada, de Mogi Guaçu, apresentaram os resultados de um mapeamento ambiental. Este mapeamento, realizado com recursos de geoprocessamento em ambientes de Sistemas de Informações Geográficas, confirmou o que o Inventário Florestal mostrava, porém, com maior precisão. O estudo chegou ao índice de 10,2% de cobertura vegetal nativa. De maneira geral, o município ainda conta com 51 km^2 de matas e bosques intactos, sobre um território total de 497,7 km^2. De 38,7 km^2 de áreas de preservação permanente – APP demarcadas pela lei federal 12.651/2012, restam 20,2 km^2 ainda vegetados, ou seja, existe um déficit de 18,4 km^2 que deve ser combatido com medidas de reflorestamento.

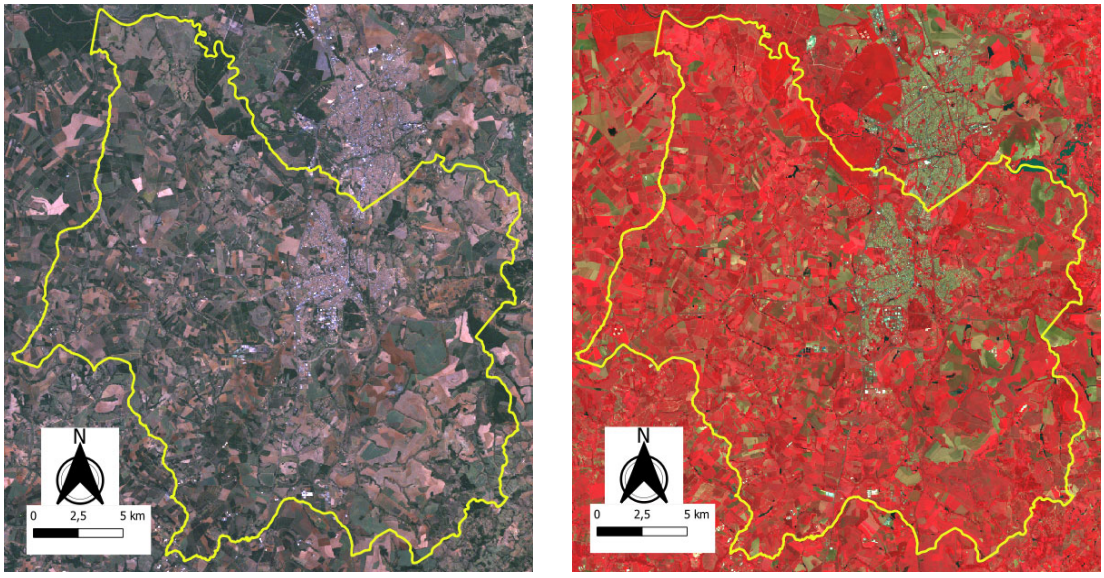
O trabalho foi apresentado em uma reunião virtual no dia 14 de outubro de 2020, conforme registro apresentado na Figura 1, da qual participaram docentes e discentes das faculdades parceiras, técnicos da Secretaria de Planejamento Urbano, da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal, e técnicos do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

O estudo teve por objetivo “contribuir de forma propositiva, por meio de estudos técnicos, no gerenciamento do espaço territorial municipal, com maior enfoque as questões de interação Ambiente e Sociedade, contribuindo assim para uma gestão efetiva de leis e ações dos tomadores de decisão do meio público”. Foi elaborado com base em plataformas de Sistemas de Informações Geográficas, utilizando insumos de sensoriamento remoto, legislação e normas e técnicas de engenharia, para identificar problemas e indicar formas de intervenção para corrigi-los.

Fonte: Faculdades Integradas Maria Imaculada.

Figura 1. Reunião virtual para apresentação do mapeamento ambiental de Mogi Mirim.

Como metodologia de trabalho, foi adotada a escala de mapeamento de 1:15.000, no limite territorial definido pela base geográfica da Prefeitura de Mogi Mirim. Os insumos de sensoriamento (Figura 2) remoto foram imagens dos satélites Landsat 5 sensor Thematic Mapper nas composições de bandas 321 e 432, imagens do satélite Landsat 7 sensor Enhaced Thematic Mapper Plus e imagens do satélite Landsat 8 sensor Operational Land Imager, bem como imagens da plataforma Bing Maps e Google Maps para eventuais retiradas de dúvidas das condições atuais. As imagens versaram quanto às datas de 17/06/1991, 07/08/2001, 16/06/2011 e 25/03/2020, buscando abranger um histórico de cerca de 30 anos de ocupação territorial do município. Os softwares utilizados foram o QGIS© versão 3.12, Google Earth Pro© e o Pacote Office© Microsoft Windows.



(a) (b)

Fonte: Autores.

Figura 2. Composição de bandas utilizadas no mapeamento sendo (a) Cor verdadeira e (b) "Falsa Cor" utilizando-se infravermelho próximo.

O mapeamento foi entregue à Prefeitura de Mogi Mirim, em formato *shapefile*, compatível com o AutoCad Map, para acesso pelos técnicos da Prefeitura. Este formato também é compatível com o SIG Carta, base geográfica utilizada pela Prefeitura de Mogi Mirim.

Segundo o mapeamento elaborado pelas Faculdades parceiras, entre os anos de 1991 e 2020, a expansão urbana foi de 70%, mas a população urbana cresceu 48% no mesmo período (IBGE, 2021). Essa expansão gera aumento dos gastos públicos com serviços de coleta de resíduos, transporte coletivo, abastecimento de água, coleta de esgotos, mesmo que os lotes urbanos criados estejam, em sua maioria, vazios. Além disso, reduz a área de exploração agropecuária, forçando os espaços rurais a abrirem outras frentes de culturas, sobrepesando nas áreas virgens. A redução de cobertura vegetal provoca redução da produção hídrica, levando a perda de qualidade das águas superficiais, encarecendo os custos de tratamento e potabilização, prejudicando não só o consumo doméstico, mas também o interesse de indústrias e serviços de se instalarem na cidade, pelo aumento do custo de suprimento de água.

É preciso discutir essas e outras questões não só com a população urbana – apesar desta ser maioria, mas com as cerca de 5600 pessoas moradoras das áreas rurais (MOGI MIRIM, 2018), convidando e dando voz, escutando sobre suas dificuldades em plantar, aumentar a produtividade e ser competitivo, e buscando suprir suas necessidades básicas. É preciso também debater sobre as vantagens e desvantagens em se replantar as Áreas de Preservação

Permanentes para aumentar a produção de água, adotando como paradigma que investir em reflorestamento e em técnicas agrícolas mais produtivas pode ser mais vantajoso do que converter terra rural em urbana.

Utilizando-se a composição chamada de "falsa cor" da qual dispunha do comprimento de onda do infravermelho próximo colocadas em cores de vermelho, as feições das áreas urbanizadas foram mapeadas, para quatro diferentes períodos, ano de 1991, 2001, 2011 e 2020, sendo possível quantificar a expansão urbana ao longo do tempo, bem como os aglomerados urbanizados distribuídos pelo território rural, formando polígonos dispersos no território, com os resultados apresentados no Quadro 1.

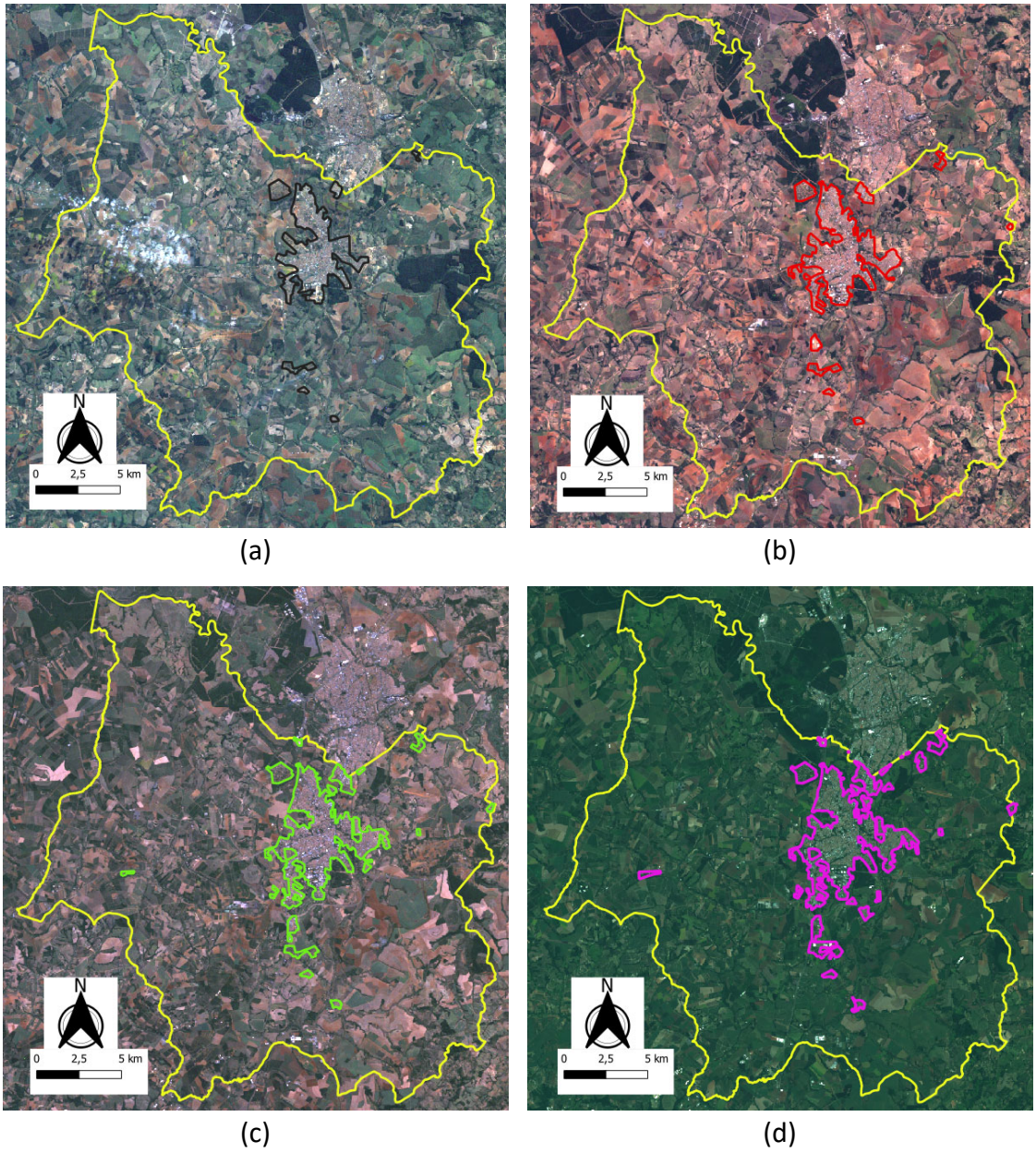
Quadro 1. Evolução urbana sobre o território municipal.

Ano	Área Urbana (m²)	% Território municipal[3]	Acréscimo com relação a 1991	Polígonos com feições urbanas (unidades)
1991	18.386.009,08	3,7%	-	7
2001	21.916.537,26	4,4%	19,2%	9
2011	27.078.078,35	5,4%	47,3%	14
2020	31.238.513,00	6,3%	69,9%	25

Fonte: Autores.

O Quadro 1 demonstra que, enquanto nos primeiros dez anos de análise, a expansão urbana foi de 19,2%, nos dez anos seguintes (2001-2011) já foi de 28,1%, atingindo a marca de 47,3% de expansão, lembrando que isso se dá pela conversão de terra rural em urbana. Por outro lado, é preciso notar, neste segundo período, o salto significativo de polígonos com feições urbanas, ou seja, núcleos isolados que passaram a ser mais frequentes (de 1991 a 2001 foram de 7 para 9 polígonos, enquanto de 2001 a 2011, foram identificados 14 polígonos). Já nos últimos nove anos – 2011 a 2020, a expansão urbana foi muito maior, com um crescimento relativo a 2011 de 22,6%, atingindo a marca de 69,9% com relação a 1991, início da análise. Com relação aos polígonos, saltou de 14 para 25 núcleos com feições urbanas identificados.

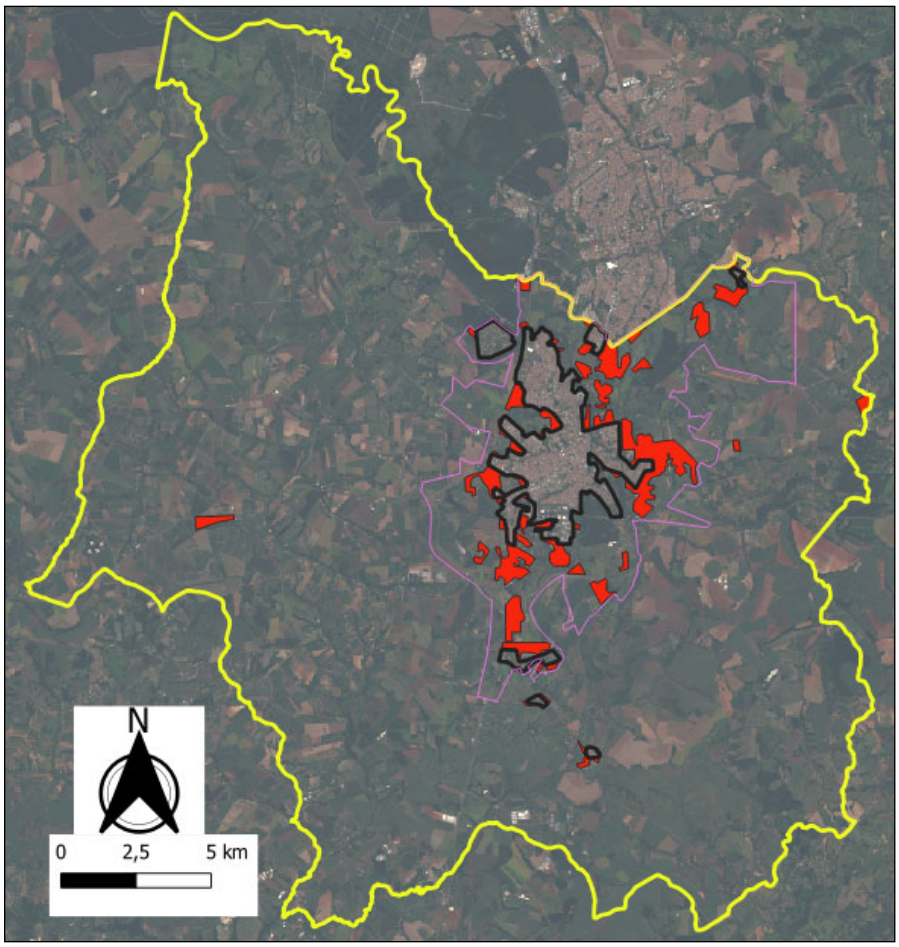
O acompanhamento da expansão das áreas urbanizadas é apresentado na Figura 3, ano a ano. É possível constatar a expansão nos sentidos norte e sul da cidade, tanto em direção a Mogi Guaçu, município ao Norte, incluindo o sentido da represa de captação de água do SAAE (Nordeste), como ao longo da Rodovia SP 340, no sentido de Santo Antonio de Posse, ao sul. Se, para o sentido sul, o movimento é condizente com as relações de âmbito regional, e no sentido de Mogi Guaçu, condizente com a conurbação entre os dois municípios, no sentido da represa esse movimento pode representar riscos ambientais, pelo desmatamento e utilização do solo incompatível com a produção de água para abastecimento público.



Fonte: Autores.

Figura 3. Evolução temporal das áreas urbanizadas (a) ano de 1991, (b) ano de 2001, (c) ano de 2011 e (d) ano de 2020.

Comparando-se com o atual perímetro urbano, decorrente da Lei Complementar 308/2015, o destaque às áreas de expansão do urbanizado são apresentadas na Figura 4, em relação ao início do período em estudo. Verifica-se que o perímetro urbano permitido pela Lei 308/2015 é muito maior que a mancha urbana consolidada. Enquanto a mancha urbanizada, como se vê no Quadro 1, é de 31.238.513,00 m^2 (31,2 km^2), o perímetro do plano diretor atual é de 86.842.041,93 m^2 (86,8 km^2), cerca de 2,8 vezes maior. Nota-se ainda as frentes de expansão anteriormente destacadas e as regiões de surgimento e formação de núcleos urbanizados isolados, além dos limites do perímetro urbano.



Fonte: Autores.

Figura 4. Mancha urbana em 1991 (limites na cor preta) e expansão até 2020 (polígonos em vermelho) comparada com perímetro urbano legal em 2020 (polígono em rosa).

Além da excessiva expansão urbana, verifica-se que o atual plano diretor permite a larga ocupação no sentido da represa de água para abastecimento, situação que está na contracorrente dos princípios técnicos de planejamento urbano e ambiental, na medida que não se preocupa com a contenção da ocupação nos lugares de exploração de água e outros territórios ambientalmente sensíveis.

O Plano Diretor é o instrumento básico de planejamento da ocupação do território. Sua principal finalidade é orientar a ocupação dos espaços urbano e rural, assim como a oferta de serviços públicos essenciais, de forma a assegurar melhores condições de vida para a população. Em Mogi Mirim, o Plano Diretor vigente está regulamentado pela Lei Complementar 308/2015, porém, sua elaboração ao longo dos anos 2014-2015 apresentou falhas com respeito a participação da população, que, segundo a Promotoria de Justiça do Estado de São Paulo, ficou de fora do processo de discussão e decisão, além da expansão excessiva, sem critérios técnicos, do perímetro urbano. Em 2018, foi assinado um Termo de Ajustamento de Conduta, em que o município se comprometia a

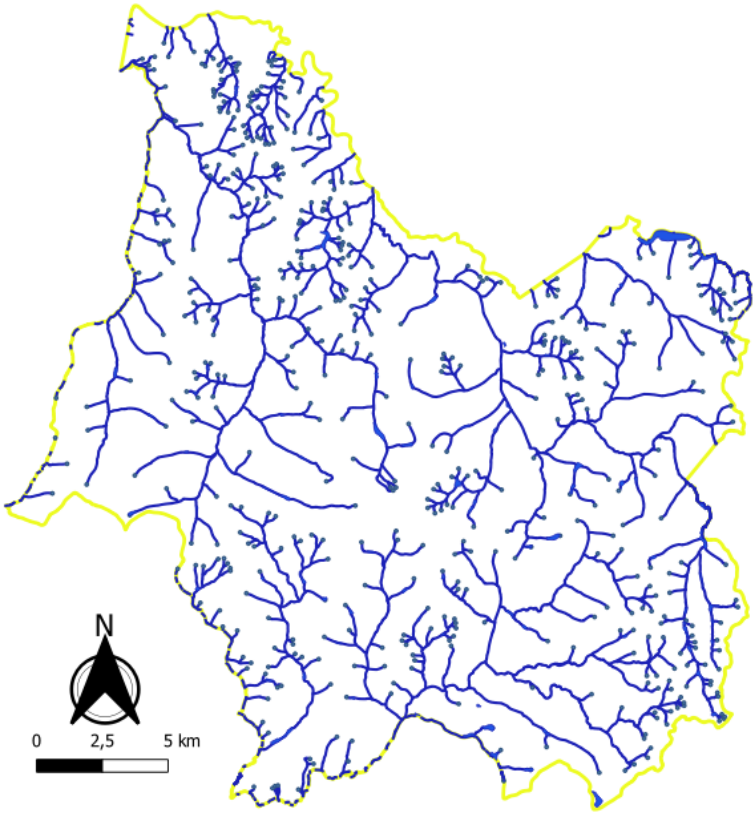
realizar a revisão desta lei, com o compromisso principal de conter a expansão da zona urbana e garantir a ampla e irrestrita participação da população.

De acordo São Paulo (2019), a área rural de Mogi Mirim é ocupada principalmente por pequenas propriedades, que totalizam 1.595 unidades de produção agropecuária (UPAs). Deste total, 1.100 unidades têm área de até 20 hectares; 350 UPAs têm área entre 20 e 50 hectares, sendo o restante, com área maior que 50 hectares, até 5.000 hectares. Essas unidades produtivas conformam um universo de usos com a seguinte característica:

- Área com cultura temporária – 37,5%
- Area com cultura perene – 28%
- Área com pastagem – 14%
- Área com vegetação – 6,9%
- Área com reflorestamento – 3,8%
- Outros usos – 9,8%

As culturas são muito variadas, tanto de uma propriedade para a outra, como dentro de cada uma delas, sendo as culturas predominantes o milho (25,5% da área cultivada), gramas (22%), laranja (30%) e braquiária (19%). Outras atividades encontradas nestas unidades são de esporte e lazer, pesque-pague, restaurantes e lanchonetes, extração mineral, entre outras. No total de UPAs no município, a área de plantio é de 42.506,34 hectares.

Em todo o território mogimiriano foram mapeadas 505 nascentes de cursos d'água (Figura 5). Além disso, mapeou-se 572.278 metros de cursos d'água com largura de até 10 metros, e outras calhas de interesse ecológico; e 25.907,6 metros de curso d'água com largura entre 10 e 50 metros, correspondendo ao Rio Mogi Guaçu, no limite norte do território. Tem-se ainda 3.095.064,84 metros quadrados de lagos, lagoas e açudes maiores que 1 hectare. De 90 massas hídricas deste tipo, 2 encontram-se na área urbana, de acordo com o estudo.



Fonte: Autores.

Figura 5. Hidrografia do município em estudo.

O Quadro 2 resume os dados obtidos pelo estudo, destacando-se que há um considerável volume de água nos corpos hídricos do município, demonstrando boas condições de atendimento às práticas de irrigação, dessedentação animal e abastecimento humano.

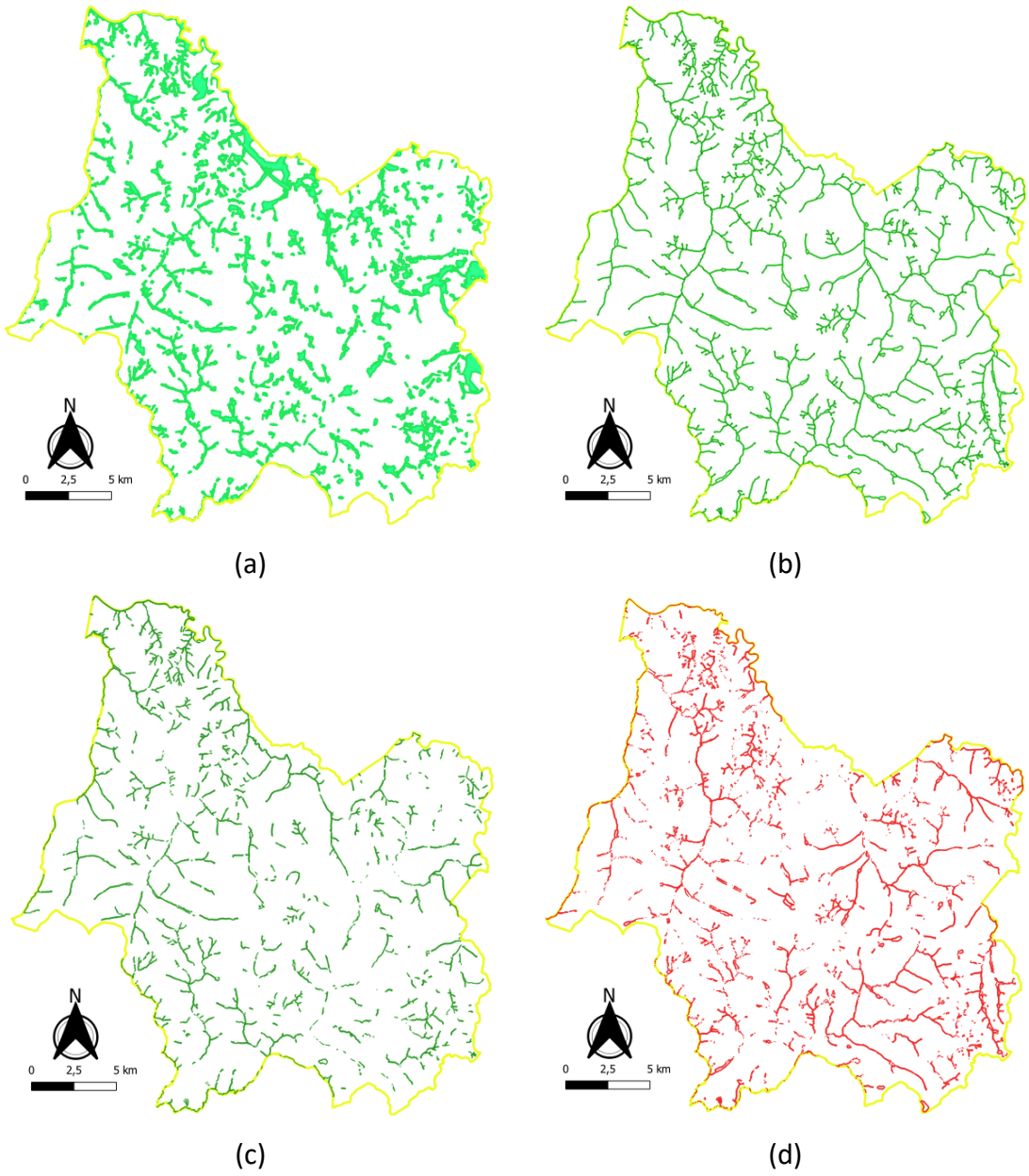
Quadro 2. Quantitativos de hidrografia.

Nascentes	505	unidades
Cursos d'água até 10m	572.278	metros
Cursos d'água > 10m	25.907,6	metros
Lagos, lagoas e açudes > 1 hectare	3.095.064,84	m^2

Fonte: Autores.

Quanto a vegetação nativa (Figura 6a), foram identificados 575 polígonos com a presença de fragmentos florestais. A área resultante deste levantamento é de 51.112.131,22 m^2, e corresponde a 10,22% da área total do município. Grande parte destes fragmentos corresponde a áreas de preservação permanente (APP), delimitadas segundo a Lei Federal 12.651/2012. A área total desta parcela

é de 38.694.157,34 m², correspondente a 7,8% do território que deveriam ser preservados. A lei chamada de novo código florestal explicita que rios de até 10 metros de largura devam ter APP de 30 metros de cada lado, a partir de seu eixo. Rios de 10 a 50 metros devem ter preservada uma faixa de 50 metros de cada lado, assim como as nascentes, que devem ter um raio de 50 metros ao seu redor preservados. Quanto aos lagos e reservatórios artificiais, aqueles com espelho d'água de até 1 hectare não tem APP, mas os que tem espelho de 1 a 20 hectares devem ter a faixa de 50 metros ao redor, se estiverem na zona rural. No caso das zonas urbanas, devem ter 30 metros ao seu redor. Assim, a área indicada pelo estudo foi contabilizada a partir destes critérios legais, e apresentada na Figura 6b.



Fonte: Autores.

Figura 6. Hidrografia do município em estudo.

Por outro lado, o estudo resultou em 445 feições de APP ainda vegetadas, conforme Figura 6c, equivalente, em área, a 20.240.331,77 m², ou 4,07% do território. Por consequência, é possível obter a área sem vegetação nativa em APP, ao que se chama de déficit de vegetação em áreas de preservação permanente, cujo resultado é de 18.453.825,62 m², equivalente a 3,71%, apresentados na Figura 6d. Esses dados estão resumidos no Quadro 3.

Quadro 3. Condições atuais da vegetação nativa em Mogi Mirim.

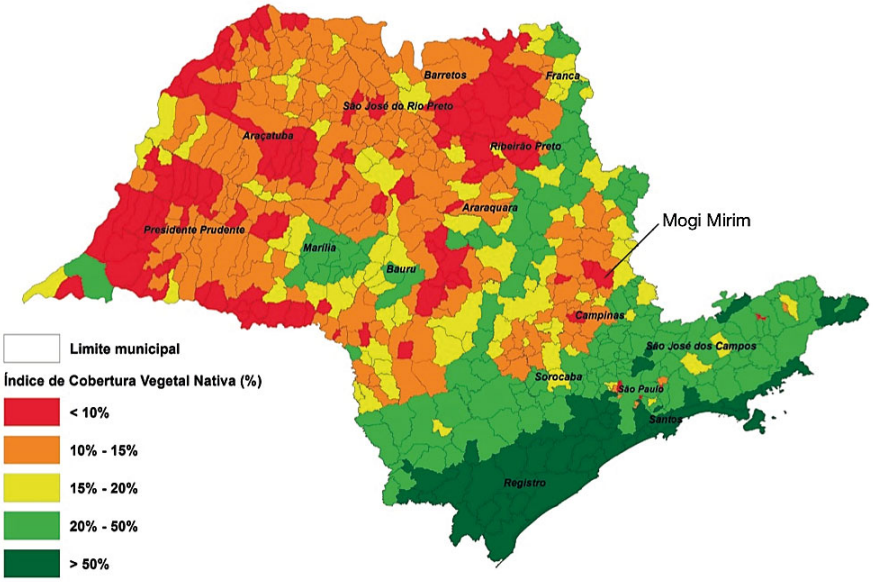
Característica	Área mapeada (m²)	% total
Áreas vegetadas (vegetação nativa)	51.112.131,22	10,2
Limites de APP – Lei Federal 12.651/2012	38.694.157,34	7,8
APP com vegetação intacta	20.240.331,77	4,1
Déficit	18.453.825,62	3,7

Fonte: Autores.

O estudo apresentado tem o caráter analítico e conclui apresentando o Projeto Fitogeografia - SP, da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, ligada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo [https://www.cati.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/projeto-fitogeografia-sp], que é uma ferramenta digital de indicação de espécies da flora de ocorrência regional, para projetos de restauração ecológica. O estudo aponta uma relação de espécies para o caso de Mogi Mirim, exemplificando a aplicação dessa ferramenta.

Algumas questões decorrem deste estudo e precisam ser investigadas: a localização das áreas desmatadas quanto aos usos que têm sido feitos dessas áreas; os motivos pelos quais foram desmatadas; e o que é preciso fazer para recuperá-las. Essas questões têm sido colocadas pelos técnicos da Secretaria de Planejamento Urbano, responsável pelo trabalho de revisão do Plano Diretor Municipal.

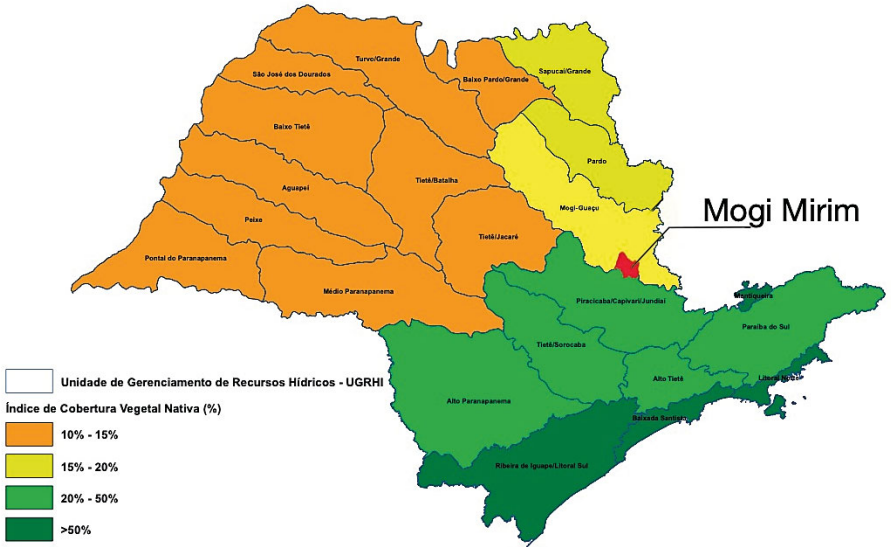
O levantamento realizado pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo (IF), que indicou um percentual de 9,2% de vegetação nativa no território de Mogi Mirim, aponta que restam, em todo o Estado de São Paulo, 22,9% de cobertura vegetal nativa. A Figura 7 mostra a escala de cores proposta, que dá a ideia de criticidade de cada município, sendo a cor vermelha, a pior situação, e a cor verde escura, a melhor situação. Verifica-se que Mogi Mirim está na cor vermelha, ou seja, a mais crítica, junto com municípios do oeste e norte paulistas.



Fonte: Adaptado de Instituto Florestal, 2020.

Figura 7. Índice de cobertura vegetal nativa por município – Estado de São Paulo, 2020.

Comparando a situação do município de Mogi Mirim com as bacias hidrográficas em que está inserido, a UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), e a UGRHI 9 – Mogi Guaçu, verifica-se que, no primeiro caso, a bacia do PCJ está em situação boa, na cor verde clara – 20,6% de vegetação nativa, enquanto a bacia do rio Mogi Guaçu está em condição ruim (laranja), com 15,4%. Mogi Mirim está com percentual muito abaixo das duas situações (Figura 8).



Fonte: Adaptado de Instituto Florestal, 2020

Figura 8. Índice de cobertura vegetal nativa por bacia hidrográfica – Estado de São Paulo, 2020.

Considerações Finais

Comparando-se o inventário elaborado pelo Instituto Florestal (2020) e o presente estudo verifica-se que há um percentual de vegetação nativa superior – 10,2% contra 9,2% do Instituto Florestal, sugerindo que o município está numa condição, apesar de crítica – vermelho, passível de obter melhoras significativas se forem implementadas medidas específicas de recuperação da vegetação.

Há que se considerar a necessidade de intervenção no território municipal com a incorporação da área rural como locus principal dessas ações. Primeiro por se tratar do espaço onde melhor se desenvolvem os ecossistemas naturais, e segundo, porque a área necessária para plantio não cabe na mancha urbana, conforme se depreende do Quadro 4.

Quadro 4. Ocupação do território e exemplos de metas de reflorestamento em Mogi Mirim.

Área total do território Mogi Mirim	49.770,8 ha	100%
Áreas de cultivo atuais (UPAs)	45.506,34 ha	85,4%
Mancha urbana efetiva	3.123,85 ha	6,3%
Perímetro urbano conforme Plano Diretor 2015	8.684,20 ha	17,4%
Áreas vegetadas (vegetação nativa) em 2020	5.111,21 ha	10,2%
Meta de cobertura vegetal de 15% em 5 anos	7.465,62 ha	
Plantio necessário para a meta de 5 anos	2.354,41 ha	4,8%
Meta de cobertura vegetal de 20% em 10 anos	9.954,16 ha	
Plantio necessário para a meta entre 5 e 10 anos	2.488,54 ha	5,0%
Total de área revegetada ao final do plano	9.541,60 ha	20,0%

Fonte: Autores.

Para se estabelecer metas de médio e longo prazo, pode-se utilizar como referência os índices das bacias hidrográficas das quais faz parte, interagindo com as políticas regionais de recursos hídricos. Adotando-se, por exemplo, como meta de atingir o índice da Bacia do Mogi Guaçu – 15% num prazo de 5 anos, e o índice da Bacia do PCJ – 20% em 10 anos, pode-se estabelecer projetos e políticas de serviços ecossistêmicos que venham a ser financiados por recursos financeiros de agentes como o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fehidro)

e o Fundo Estadual de Defesa dos Interesses Difusos (FID); recursos privados, por meio de política de pagamento por serviços ambientais; recursos públicos oriundos de programas como o Cidadania no Campo, do Governo do Estado de São Paulo, entre outros.

É preciso destacar que os dados do Quadro 4 não levam em consideração aspectos da exploração agropecuária, eventuais supressões de vegetação, aspectos biológicos, ecológicos e outros atinentes à Engenharia Ambiental e Agronômica, e não se pretende aqui exacerbar o objetivo do presente estudo, mas apenas se aproximar da dimensão do desafio que o município de Mogi Mirim tem pela frente, e pela necessidade de se estabelecer uma adequada política pública para superá-lo.

Como se depreende do Quadro 4, somando-se a área de cultivo das unidades de produção agropecuária – UPAs com a mancha urbana efetiva de 2020, tem-se ocupado 91,7% do território, restando, portanto, somente 8,3% de área para finalidades ecossistêmicas. É importante dizer que na área urbana encontram-se alguns fragmentos florestais que se somam à área vegetada total atual. Porém, desconsiderando esses fragmentos, que pouca relevância tem em termos de área total de vegetação, pode-se dizer que não há espaço suficiente para recomposição florestal, a não ser que sejam definidas diretrizes de ampliação desse uso, com a consequente redução de outros. Para que se consiga um índice de 20% de cobertura vegetal no território, é preciso que haja um planejamento de ocupação rural mais eficiente, com a redução da área de cultivo, devidamente amparada por técnicas de aumento de produtividade agrícola.

Outras estratégias são necessárias, como por exemplo, a recomposição integral das áreas de preservação permanente (APP), que, se implantada, ampliaria o índice atual de 10,2% para 14%, com a vantagem de recuperação dos corpos d'água; os 6% restantes podem ser obtidos por meio de redução de áreas de plantio em áreas de baixa capacidade de suporte para tal uso.

Por outro lado, conter a expansão urbana, ou até mesmo, proibi-la até que se atinja o equilíbrio de usos a que se pretende, é condição fundamental para a confiabilidade de qualquer plano de reflorestamento, já que a conversão de terra rural em urbana coloca em risco tal intenção. Assim, conclui-se que a contenção da expansão urbana passa a ser uma condição fundamental para se pensar a política pública de recuperação ambiental da cidade.

Agum et al. (2015) buscam definir o termo "Política Pública" como um campo do conhecimento "que busca ao mesmo tempo 'colocar o governo em ação' e/ou analisar essa ação (...) e, quando necessário, propor mudanças nos [seus] rumos (...)". Formular uma política pública é o ato em que um governo democrático "traduz seus propósitos e plataformas eleitorais em programas e ações para produção de resultados

ou mudanças no mundo real". O campo das políticas públicas comporta múltiplos agentes sociais, conceitos e atitudes, e uma política pública sofre transformações durante o processo de implementação. O importante é que, definindo-se uma política pública, qualquer que seja, os problemas públicos encontrem o "equilíbrio entre o que é tecnicamente eficiente e também o que é politicamente viável".

Neste sentido, destaca-se que a construção dessa agenda ambiental no município de Mogi Mirim, enquanto política pública, necessita de, citando Agum et al. (2015), de "discussão e prática de ações relacionadas ao conteúdo, concreto ou simbólico, de decisões reconhecidas como políticas", neste caso, a importância concreta do reflorestamento para o reequilíbrio ambiental do território físico e social, e a ruptura com o falso consenso de que para progredir economicamente é preciso ocupar territórios sensíveis. É preciso que a Prefeitura, de antemão, reconheça o problema que está anunciado – a baixa cobertura vegetal que compromete a dinâmica socionatural, e a partir disso, constitua o problema a ser resolvido, para que a sociedade o compreenda e trabalhe junto para a construção de projetos e ações para resolvê-lo. Ainda citando Agum et al. (2015):

> "(...) não basta que o problema seja socialmente relevante, é preciso que seja alçado a uma categoria de alcance dos objetivos propostos; isto é, o problema social nem sempre alcança o status de política pública. Para que isso ocorra é preciso o entendimento de que a situação atual possa entrar na agenda, mesmo que não se tenha as condições necessárias para sua aplicação. O fato de existirem possíveis soluções para um problema não é certeza de sua aplicabilidade. Para isso é preciso que o problema público tenha implicações qualitativas ou quantitativas na sociedade. Neste caso os atores políticos vão interpretar e classificar o que é ou não um problema público quando ele se torna relevante para a sociedade."

Entende-se aqui que a política pública deve ser interdisciplinar, convergente com os interesses difusos da sociedade, interagindo com as políticas estadual e federal, e se inserindo na Agenda 2030 para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UNIC Rio, 2015), assim como buscando construir a necessária resiliência da sociedade perante o quadro de mudanças climáticas globais. Verifica-se, pelos estudos aqui analisados, que o projeto de recuperação ambiental do município deve ser arrojado, cumprindo com o compromisso social de garantir equilíbrio ambiental ao mesmo tempo em que se pretende o desenvolvimento econômico e social no território.

Diante de toda a análise apresentada, conclui-se que a geografia possui um arcabouço de técnicas modernas, bem como um conjunto de conhecimentos

estabelecidos e consistentes, para trazer respostas concretas a problemas impostos pelo modelo de desenvolvimento adotado pelos diferentes municípios brasileiros, devendo haver um correto diagnóstico do território, para uma tomada de decisão pelos gestores públicos, condizente com as demandas locais existentes.

Nota

3 A área total do município de Mogi Mirim é de 497,708 km².

Referências

AGUM, R.; RISCADO, P.; MENEZES, M. Políticas Públicas: Conceitos e Análise em Revisão. **Agenda Política**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 12–42, 2015. Disponível em: <https://www.agendapolitica.ufscar.br/index.php/agendapolitica/article/view/67>. Acesso em: 20 maio. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasilia, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 04 jun. 2018.

Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio). **Transformando Nosso Mundo:** A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. UNIC Rio, 2015. Disponível em <https://sustainabledevelopment.un.org>. Acesso em 19 maio 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATISTICA. **População total e população segundo a situação do domicílio**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 14 setembro 2021.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**. Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa 2020. São Paulo: Instituto Florestal 2020. Disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/07/inventarioflorestal2020.pdf>. Acesso em 19 outubro 2021.

MOGI MIRIM (Município). **Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável 2018-2021**. Mogi Mirim, 2018.

MOGI MIRIM (PREFEITURA). **Lei Complementar n. 308 de 30 de outubro de 2015**. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Mogi Mirim. Disponível em <http://www.mogimirim.sp.gov.br/arquivos/legislao-municipal/leis-complementares>. Acesso em 04 setembro 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Projeto LUPA 2016/2017:** Censo Agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: SAA: IEA: CATI, 2019.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

ENCHENTES: A RELAÇÃO ENTRE ÁGUAS PLUVIAIS, FLUVIAIS E A EXPANSÃO URBANA NA BACIA DO CÓRREGO SEGREDO EM CAMPO GRANDE - MS

FLOODS: THE RELATIONSHIP BETWEEN RAINWATER, RIVER WATER AND URBAN EXPANSION IN THE CÓRREGO SEGREDO BASIN IN CAMPO GRANDE - MS

Rejane Alves Félix[1]

Introdução

Este capítulo dedica-se a divulgar os recorrentes casos de transbordamentos do Córrego Segredo localizado na capital sul-matogrossense. Campo Grande vem passando por obras de infraestrutura, porém os casos de enchentes, alagamentos, enxurradas e transbordamentos são frequentes em dias chuvosos, mesmo que esta chuva surja de forma fraca e constante ou de forma impetuosa e rápida.

Fora analisados dados de fontes confiáveis referente a um período de vinte e um anos, retratando os episódios ocorridos entre 2000 até 2021.

Registros destacam que casos de chuvas torrenciais que causavam alagamentos, enchentes e enxurradas não estão acontecendo mais em longos períodos de tempo, mas sim, ocorrendo periodicamente, ou seja, as grandes chuvas que outrora ocorriam de 3 em 3 anos, agora ocorrem todos os anos na capital, sendo estas cada vez mais intensas.

Percebe-se que mesmo com obras de infraestrutura, o objetivo do Poder Público não é erradicar a problemática agindo de forma efetiva e eficiente, mas sim de forma paliativa, onde preferem dar uma resposta à sociedade a ter que de fato solucionar a deficiência em seu planejamento de drenagem urbana da referida bacia hidrográfica.

A Bacia Hidrográfica do Segredo é composta pelos córregos Segredo, Maracaju, Seminário e Cascudo, sendo o Córrego Segredo o único que não está totalmente subterrâneo.

Houve a canalização e a retirada de seus meandros e matas ciliares, porém em alguns trechos de Campo Grande, é possível vislumbrar suas águas calmas

1Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Unidade Aquidauana – CPAQ. Lattes: http://lattes.cnpq.br/9121640074958972. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1910-5959. E-mail: rejane.geo.2015@gmail.com.

e rasas, que contrastam com a impetuosidade que se tornam em dias de alto índice pluviométrico.

As águas que agora são subterrâneas dos córregos Maracaju, Seminário e Cascudo desembocam diretamente no leito do córrego Segredo, através de manilhas que podem ser vistas na parte onde o córrego Segredo fica exposto.

Esta ação de canalizar estes três córregos, direcionando suas águas para o principal córrego da bacia, faz com que o mesmo não suporte o volume e intensidade das águas desses córregos em dias de chuva. Ou seja, este leito recebe em dias alta pluviosidade todo o volume de água que vem de sua nascente, o volume dos três córregos subterrâneos, que por estarem canalizados permite muito mais agilidade na fluidez da água, e por fim, a água contida no escoamento superficial das ruas do entorno da bacia que se direcionam para o ponto mais baixo que é justamente o leito do córrego segredo.

Utilizou-se como fonte principal na questão climatológica os dados da AGRAER (Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural), do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e inclusive da Defesa Civil de Campo Grande que está sempre monitorando as alterações no tempo e as possíveis chances de problemas relacionados à chuva que aumenta o nível dos córregos da cidade.

O interesse em desenvolver a urbanização de forma rápida e paisagística não levou em consideração os aspectos geográficos desta bacia, ou seja, objetivaram uma infraestrutura que destacava a beleza da paisagem deixando de observar os detalhes topográficos, hidrográficos, históricos e principalmente os aspectos climatológicos, aspectos esses que são imprevisíveis, ou seja, podemos prever a oscilação do tempo, mas é impossível saber exatamente qual a proporção em que uma chuva pode vir, podendo ela surgir fraca porém constante ou forte e devastadora.

Sabe-se que ela vai surgir, mas como ela irá acontecer nos mais variados pontos da cidade, isso não é possível calcular ainda.

Identificou-se que os casos de transbordamentos no Córrego Segredo, principal curso de água da Bacia Hidrográfica que leva o mesmo nome, começaram a ocorrer quando seus afluentes foram canalizados.

As águas dos Córregos Cascudo, Maracaju e Seminário sempre desembocaram no Córrego Segredo, porém antes de sua canalização, existiam seus meandros naturais que servem como barreiras e formas de reduzir a velocidade das águas fluviais. Porém, ao canalizarem estes três rios, através de estruturas de concreto, permitiu-se que as águas ganhassem velocidade, pois os meandros deixaram de existir e o curso das águas foi facilitado com a estrutura do manilhamento utilizado para conduzir as águas até seu exutório.

Esses três córregos foram canalizados pois apresentavam casos de enchentes, a destacar o Córrego Maracaju que antes de ser canalizado na década de 70 causava muitos transtornos na refião central de Campo Grande.

A Bacia Hidrográfica do Segredo abrange uma área muito grande da porção central de Campo Grande, justamente onde se encontram muitos estabelecimentos comerciais e residências, sendo assim, houve a necessidade de acabar com esses casos de enchentes no Córrego Maracaju haja vista que o mesmo estava causando impactos econômicos e sociais na região. A ação adotada na Rua Maracaju surtiu efeito porque através da canalização, as águas ficaram sob o asfalto, só sendo visível quando caem no leito do Córrego Segredo.

Campo Grande (2020) divulga que a capital de Mato Grosso do Sul está localizada geograficamente na porção central do estado (Figura 1), ocupando 2,26% de sua área total, equivalente a 8.092,95 km².

Fonte: BRASIL (2022).

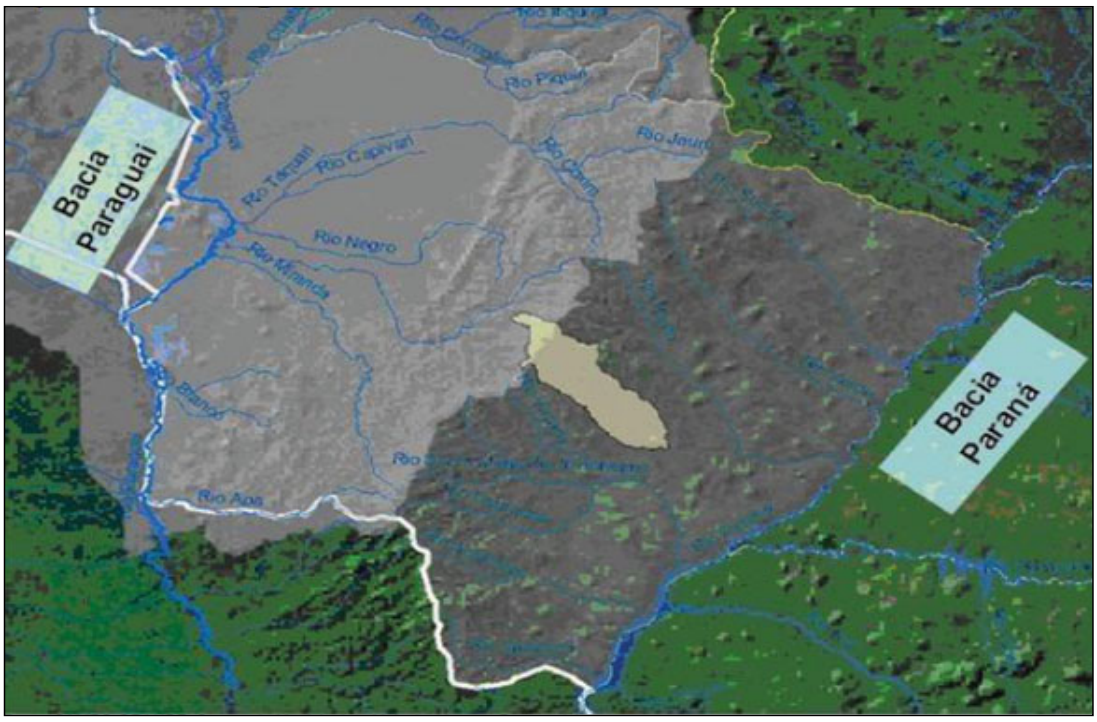
Figura 1. Localização Geográfica de Campo Grande - Mato Grosso do Sul.

Quanto à sua população, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, baseando-se no último censo realizado em 2010, estima população de 2021 de aproximadamente 916.001 habitantes, sendo computado em 2010 um quantitativo de 786.797 de pessoas. (BRASIL, 2021).

No tocante à Hidrografia, O Perfil Socioeconômico de Campo Grande (2019) declara que o Município está situado entre a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná e a Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai, sendo sua maior faixa localizada na Bacia do Paraná, como pode ser visto nas Figuras 2 e 3.

Fonte: BOAVENTURA (2022).

Figura 2. Campo Grande entre as Bacias Hidrográficas do Rio Paraná e Rio Paraguai



Fonte: CAMPO GRANDE (2017. p. 67).

Figura 3. Campo Grande entre as Bacias Hidrográficas do Rio Paraná e Rio Paraguai.

De acordo com CAMPOGRANDE.NET (2022)

> Campo Grande localiza-se sobre o divisor de águas das bacias dos rios Paraná e Paraguai. O Aquífero Guarani passa por baixo da cidade, sendo capital do estado detentor da maior porcentagem do Aquífero dentro do território brasileiro. O município não tem grandes rios, sendo cortado apenas por córregos, ribeirões e rios de pequeno porte. Seguem as informações sobre a hidrografia: Bacia: Rio Paraná - Sub-bacia do Rio Pardo. Rios: Anhanduí e Anhanduizinho. Córregos: Prosa, Segredo, Sóter, Pindaré, Vendas, Botas, Buriti, Lagoa, Imbirussu, Ceroula, Serradinho, Cabaça, Cascudo, Bandeira, Bálsamo, Brejinho, Poção, Formiga, Desbarrancado, Olho D'água, Cabeceira, Pedregulho, Nascente, Lageado e Guariroba. (CAMPOGRANDE.NET (2022)

Faz-se necessário esclarecer que falar sobre Bacia Hidrográfica do Segredo e Região Urbana do Segredo são dois temas totalmente distintos, sendo o segunto termo utilizado para mencionar as áreas onde as águas do córrego passam pelo perímetro urbano de Campo Grande, enquanto abordar a bacia, trata-se de falar sobre todos os pontos onde esses córregos que a compõem passam.

Sendo assim, explica-se que a Região Urbana do Segredo se encontra dentro da Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo, e que esta região urbana é composta pelos bairros Coronel Antonino, José Abraão, Mata do Jacinto, Monte Castelo, Nasser, Nova Lima e Jardim Seminário. Enquanto a bacia abrange os bairros Amambaí, Cabreúva, Centro, Cruzeiro, Jardim dos Estados, Planalto, São Francisco, Novos Estados, Mata do Jacinto, Margarida, Autonomista, Santa Fé e o bairro Vila Sobrinho.

Com o crescimento da cidade, a chegada de migrantes, imigrantes e também devido ao próprio aumento do índice de natalidade, percebeu-se a necessidade de investimento em infraestrutura, onde comércios, casas, edifícios residenciais e comerciais foram criados.

Houve a reestruturação da cidade onde a ação antrópica remodelou Campo Grande criando ruas pavimentadas e retirando as matas ciliares dos rios. Permitindo assim que o processo de expansão urbana fosse concluído com sucesso, onde é perceptível o processo de uso e ocupação do solo nos últimos vinte anos.

Campo Grande (2015) destaca que existe na Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo o Parque Estadual Matas do Segredo que abriga uma das nascentes do Córrego Segredo. Este parque apresenta um remanescente de cerrado protegido dentro do perímetro urbano de Campo Grande.

Segundo Imasul (2015), o Parque foi criado em 2000, e tem a missão de proteger seus 177,88 hectares e suas inúmeras nascentes que formam o Córrego Segredo.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo e Alguns Registros Climatológicos que Geraram Desastres Naturais

Denomina-se como desastre natural aquele evento que causa danos ao ser humano que habita em locais que outrora existia somente natureza e Meio Ambiente.

Pode-se definir esta ação também como “o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto” (TOMINAGA *et al*., 2009 p. 14).

Sendo assim, entende-se que o principal fator que vai determinar se o evento vai ser classificado como desastre, é a intensidade ou a origem pela qual o fenômeno ocorre.

Quando o fenômeno ocorre de forma natural ou até mesmo de forma antropogênica, Tominaga et al, destacam que esse desastre ocorreu através da sua própria ORIGEM. Já quando nos referimos ao evento relacionado a sua intensidade, damos destaque se foi de pequeno porte, média intensidade ou de grande intensidade, sendo esta última intensidade a grande influenciadora e facilitadora dos desastres naturais.

Tominaga et al. (2009 p. 45) destacam que os desastres naturais podem ocorrer de forma natural ou a partir da ação do homem, incluindo inclusive como fator fundamental que possibilita e facilita as ocorrências de desastres a topografia, as características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; a intensidade, quantidade, a distribuição e frequência das chuvas; as características do solo, o teor de umidade; a presença ou ausência da cobertura vegetal dentre outros fatores.

Após visita in loco, percebeu-se que os casos de transbordamentos e enchentes acontecem no Córrego segredo tendo em vista a ausência da mata ciliar, leito liso e solo impermeável devido a base de concreto instalada em seu leito, ou seja, a ação antrópica que modificou o entorno do córrego para atender as demandas da sociedade e com a finalidade de permitir que a cidade ficasse ainda mais bonita e harmoniosa, o que contrasta com a realidade nos dias em que chuvas surgem assolando a cidade e fazendo o córrego transbordar quando as águas pluviais encontram as fluviais causando grandes impactos.

Campo Grande é um Município que representa bem a faixa de transição entre o subtipo (Cfa) Mesotérmico Úmido sem estiagem ou pequena estiagem e o subtipo (Aw) Tropical Úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (CAMPO GRANDE, 2019), ou seja, possui estação chuvosa no verão e seca no inverno.

São alguns meses do ano que reincidem nos casos de chuvas fortes que culminam nas enchentes, e somente através de análises e pesquisas aprofundadas que é possível entender o que causou a enchente.

Faz-se necessário analisar o tempo de chuva (minutos, horas ou dias) e a intensidade em que ela ocorreu.

Não podendo esquecer do fator topográfico da localidade que vai influenciar significativamente nos casos de enchentes, pois em alguns casos, por ser uma área de relevo mais alta, ela influencia na velocidade que a água ganha na descida, e se a drenagem não for eficiente para o escoamento, vai ocorrer o transbordamento ou os conhecidos bolsões de água que ficam nas áreas mais planas.

Bolsões esses que armazenam as águas que não conseguem escoar, porque naquele trecho não existem bocas de lobo (bueiros) instalados estrategicamente para escoarem as águas.

É importante entender que pode chover pouco em um mês e ele registrar casos de alagamentos, porque pode ter sido uma chuva rápida e intensa, que não permitiu que o córrego tivesse tempo suficiente para escoar seu volume de águas que consequentemente foi aumentado a partir do recebimento das águas pluviais dos logradouros do entorno.

Campo Grande (2019), identifica que os meses mais conhecidos pelas suas recorrências de enchentes e alagamentos são: janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro. Cabe ressaltar que para chegar a esses índices foi levado em consideração índices de chuvas superiores a 100 milímetros.

Por exemplo, segundo Félix (2022) no ano de 2009, o mês que registrou maior índice foi dezembro computando 328,4 milímetros. Em 2010, foi fevereiro com 347,0 milímetros. Em 2011 foi o mês de março que apresentou a marca de 571,8 milímetros.

Completa que:

> [...] Em 2012, o ápice pluviométrico foi em novembro quando atingiu 371,2 milímetros. [...] 2013, março atingiu 376,3 milímetros. [...] 2014 o mês que alcançou ápice pluviométrico foi dezembro atingindo um índice de 359,4 milímetros de chuva no mês. Já 2015 foi outro ano marcado por meses chuvosos, porém os meses de junho e agosto, não conseguiram atingir a marca de 50 milímetros de chuva, característica essa de inverno seco, enquanto os demais meses despontaram chegando à máxima de 263,6 mm no mês de janeiro.
>
> [...] Em 2016 os meses em que a chuva se fez presente foi: janeiro, fevereiro, março, maio, novembro e dezembro. Onde janeiro foi o mês que registrou 364,8 milímetros de chuva, caracterizando verão chuvoso, enquanto os meses de junho, julho, agosto e setembro não conseguiram atingir a marca de 50 milímetros novamente conforme o ano anterior.[...] 2017 foi o ano onde se registrou máxima pluviométrica de 315,8 mm em novembro, porém a chuva se fez presente em

> elevado índice nos meses de janeiro, março, abril, outubro, novembro e dezembro. [...] 2018 foi marcado também por meses chuvosos, com exceção dos meses de março, abril, maio, junho, julho e dezembro, meses esses que não apresentaram índices elevados, sendo o mês de julho, um mês de estiagem onde não foi registrado nenhuma chuva. [...] O ano de 2019, segundo o CEMTEC (2020), foi contemplado com chuvas abundantes nos meses de fevereiro, março, abril, novembro e dezembro. (FELIX, 2022. p.49 e 50).

Utilizando as informações dos bancos de dados do INMET e do CEMTEC (Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de MS) conseguiu-se obter dados acertivos, confiáveis e pontuais no que se refere à Climatologia de Campo Grande, sendo assim, pôde-se identificar os meses que apresentaram os maiores/menores índices pluviométricos, pôde-se comparar as informações e chegar à conclusão de que nem sempre apresentar índice pluviométrico elevado em um único dia significa que houve enchente ou alagamento e que é possível ter ocorrido uma chuva fraca porém constante que elevou o nível do córrego permitindo assim seu transbordamento.

A saber que um dos facilitadores para que as enchentes ocorram são os resíduos sólidos que entopem as bocas de lobo impossibilitando o escoamento das águas.

Além de comparar os dados referente à Precipitação e a Temperatura, utilizou-se também dados do Instituto Nacional de Meteorologia – o INMET em relação a Precipitação Acumulada de Campo Grande. A partir dessas análises percebe-se que as chuvas que ocorrem com maior intensidade ocorrem sempre nos mesmos meses. A saber: de novembro a março.

Algumas enchentes surpreendem em meses atípicos, isso se deve quando ocorre o fenômeno das massas de ar que estão repletas de umidade e se deslocam em direção à Campo Grande permitindo que ocorram as enxurradas e enchentes.

As Figuras 4 e 5 abaixo retratam o fenômeno hidrometeorológico ocorrido no dia 03 de outubro de 2018, após a chuva ter cessado.

Fonte: Autora (2018)

Figura 4. Prejuízos após a Água da Chuva Escoar.

Fonte: Autora (2018)

Figura 5. Destaque para a Altura que chegou a Água da Enchente.

Apesar de obras serem realizadas pela Secretaria de Obras de Mato Grosso do Sul, os eventos são recorrentes, mesmo ocorrendo manutenção das vias e limpezas urbanas.

O site jornalistico G1 (2018) noticiou que,

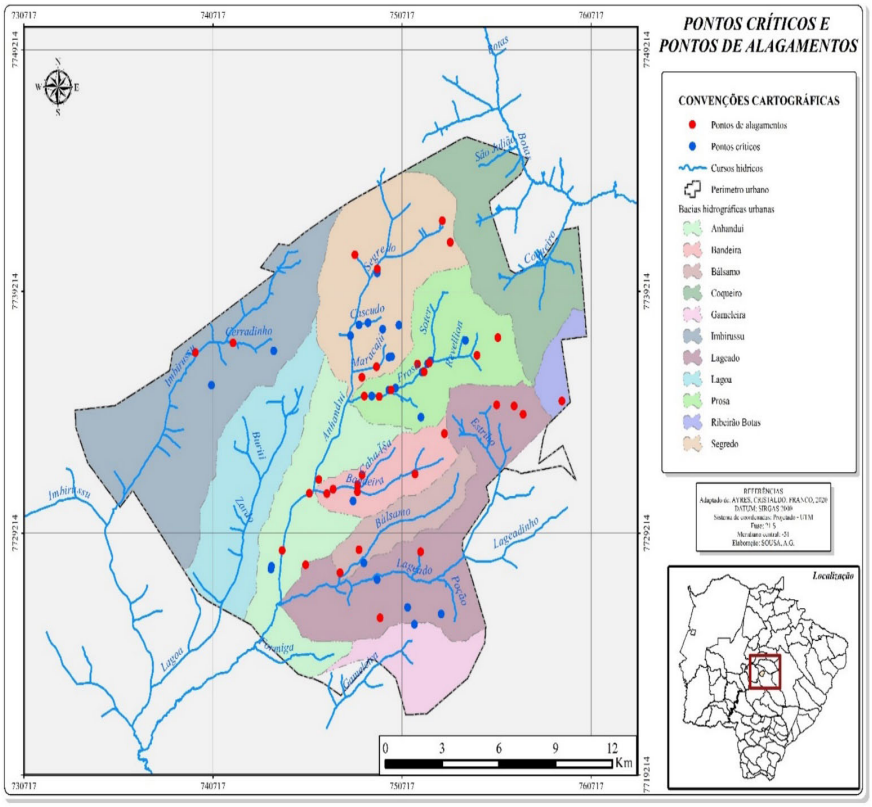
> Foram duas horas de chuva em Campo Grande, o suficiente para registrar vários pontos de alagamento pela cidade no final da manhã desta terça-feira (26). Avenidas movimentadas foram tomadas pela água, carros ficaram ilhados e córregos transbordaram. [...] De acordo com o meteorologista Natálio Abrão, até às 12h desta terça, foram registrados 60,8 milímetros, em um período de chuva de 2h25. A previsão para o mês é de 171 milímetros. (G1, 2018).

Félix (2022) destaca que "*segundo a Defesa Civil Municipal, o número de pontos críticos de alagamento e inundações em Campo Grande cresceu 153% em três anos".*

As Figuras 6, 7 e 8 apresentadas a seguir destacam os pontos mais preocupantes da Capital.

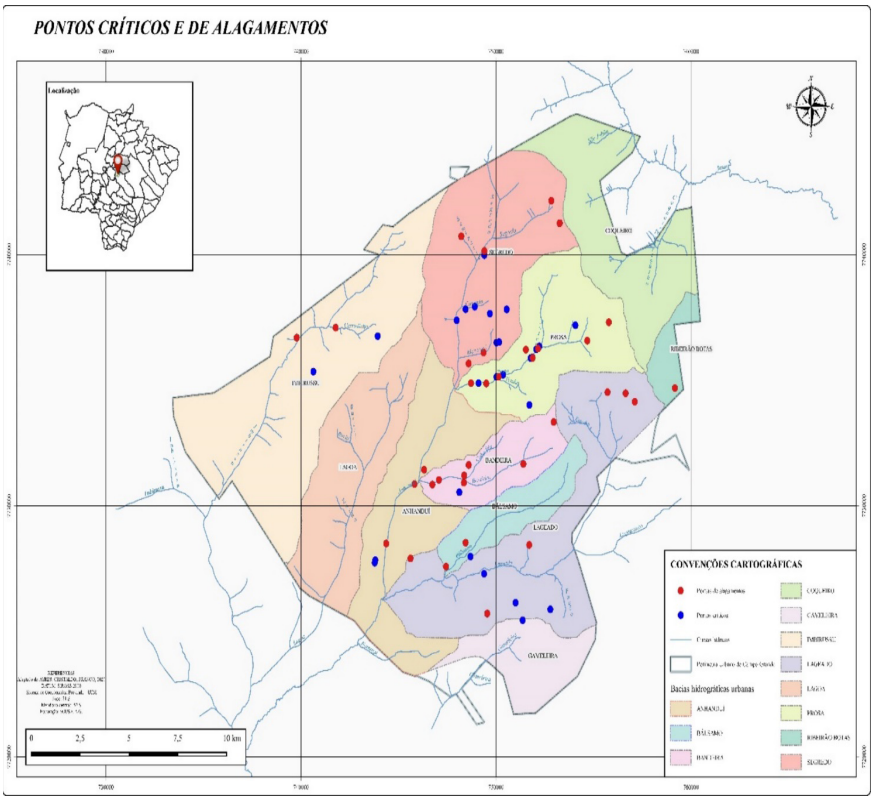
Fonte: Félix (2022. p. 64).

Figura 6. Mapeamento dos 33 Pontos Críticos de Alagamento em Campo Grande.



Fonte: Félix (2022. p. 65) .

Figura 7. Pontos Críticos em dias de Chuva na Capital Sul-mato-grossense.



Fonte: Félix (2022. p. 66).

Figura 8. Pontos Críticos em dias de Chuva na Capital Sul-mato-grossense.

Palheta (2020), explica que as principais causas de alagamentos e inundações *"são a defasagem do sistema de drenagem da Capital e o aumento da impermeabilização do solo após a pavimentação".* Complementa que quando *"a água corre em um chão sem revestimento ela leva um tempo X para ser absorvido e que quando, esse solo é impermeabilizado a absorção vai demorar um tempo até 3 vezes maior. Então qualquer volume de água causa um estrago muito grande".*

Um Recorte das Principais Ocorrências de Enchentes e Alagamentos na Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo.

Após análises, identificou-se que os eventos hidrometeorológicos que causam as enchentes em campo grande tem ocorrido com mais frequência do que no passado. Em 2011, o então Secretário de Obras da Prefeitura de Campo Grande, João Antônio de Marco, explicou ao site de notícias Midiamax (www.midiamax.com.br) que *"os picos de chuva que ocorriam normalmente de 10 em 10 anos, estariam ocorrendo de dois em dois anos ou de três em três anos".*

Em 2012 a enchente foi reincidente e o córrego Segredo não suportou tamanho volume de água em sua cabeceira e todo esse volume de água foi em direção ao seu exutório que vai em direção sul/sudoeste (YOUTUBE, 2012).

Em 13 de dezembro 2014, choveu aproximadamente 359,40 milímetros e o córrego novamente transbordou. O temporal de aproximadamente três horas deixou visível um rastro de destruição feito pela enxurrada.

Em 20 de dezembro de 2014, houve novo registro de enchente, sendo que desta vez foram 70 milímetros de chuva que causaram grande transtorno à população. Cabe destacar que essa chuva representou exatamente 1/3 do que era esperado para todo mês de dezembro segundo declarações do então chefe da Defesa Civil, Hélio Daher.

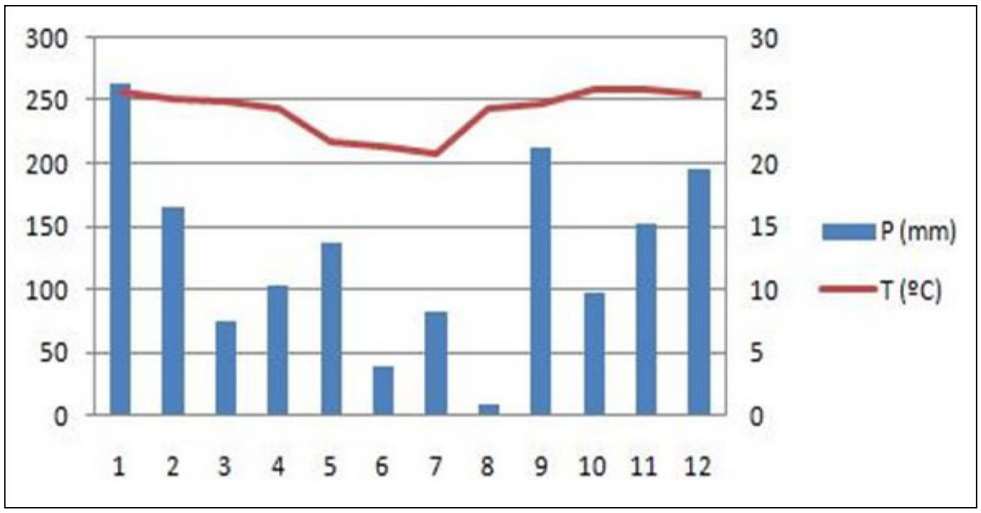
Ele destacou ainda que essa chuva "teria sido tão intensa e volumosa que assolou lugares que não sofriam com enchentes há mais de oito anos" (JORNAL CORREIO DO ESTADO, 2014).

Importante reforçar que um dos fatores condicionantes para as recorrências de enchentes refere-se ao descarte irregular dos resíduos sólidos que prejudicam o Meio Ambiente e facilita a recorrência dos casos de transbordamento dos córregos e bolsões de águas nas avenidas e ruas.

Em dezembro de 2015, ocorreu novamente enchente nesta região com precipitação marcando os 195 milímetros.

Dezembro de 2015 não foi o mês com o maior índice pluviométrico (abaixo de 200 milímetros), porém foi o mês em que houve o fenômeno da enchente. Mas foi o mês de janeiro que registrou índice superior a 250 milímetros e não houve relato de enchente.

Ou seja, os dados reforçam a ideia de que uma enchente pode ocorrer devido às pancadas de chuvas rápidas ou chuvas fracas, porém constantes.



Fonte: Félix (2022. p. 70).

Figura 9. Climograma de Campo Grande (Precipitação e Temperatura) – 2015.

Ao analisar o climograma de 2015 (Figura 9) identificam-se elevadas temperaturas durante todo o ano, temperaturas essas acima dos 20ºC.

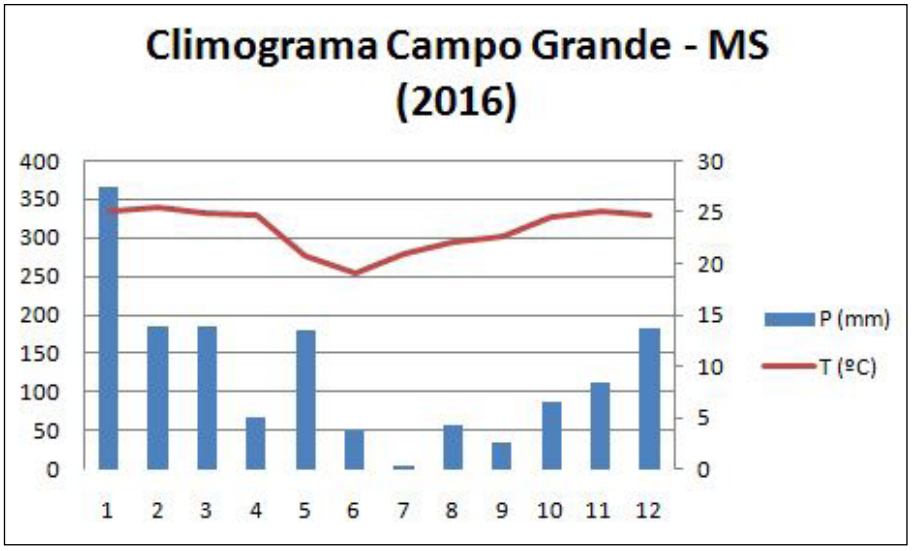
Quanto à chuva, identifica-se que choveu durante todos os meses do ano e que somente o mês de agosto registrou índice inferior a 50 milímetros de chuva.

Isto posto entende-se que os fenômenos de enchente e alagamentos ocorreram porque Campo Grande registou altas temperaturas e com isso, possibilitou determinada aceleração no ciclo hidrológico permitindo que as chuvas chegassem até a capital.

O ano de 2016 também foi destaque nos noticiários pois apresentou chuvas intensas e consequentemente enchente em Campo Grande. Faustino (2016) destaca no Jornal Eletrônico Campo Grande News que a “Defesa Civil alerta que o ponto mais crítico, atualmente, é ao longo da Avenida Ernesto Geisel. Principalmente no cruzamento com as avenidas Mascarenhas de Moraes, Rachid Neder e Euler de Azevedo, além da região entre a Vila dos Ferroviários e o Horto Florestal”.

Em dezembro do mesmo ano, ocorreu mais uma enchente na região analisada, atingindo mais uma vez a Avenida Presidente Ernesto Geisel e a Rua Rachid Neder.

Ao analisarmos o climograma da Figura 10 consegue-se identificar que a temperatura foi elevada durante todo o ano e que os meses com menor índice de chuvas foram respectivamente, julho, setembro e agosto que registraram precipitação inferior a 50 milímetros.



Fonte: Félix (2022. p. 74).

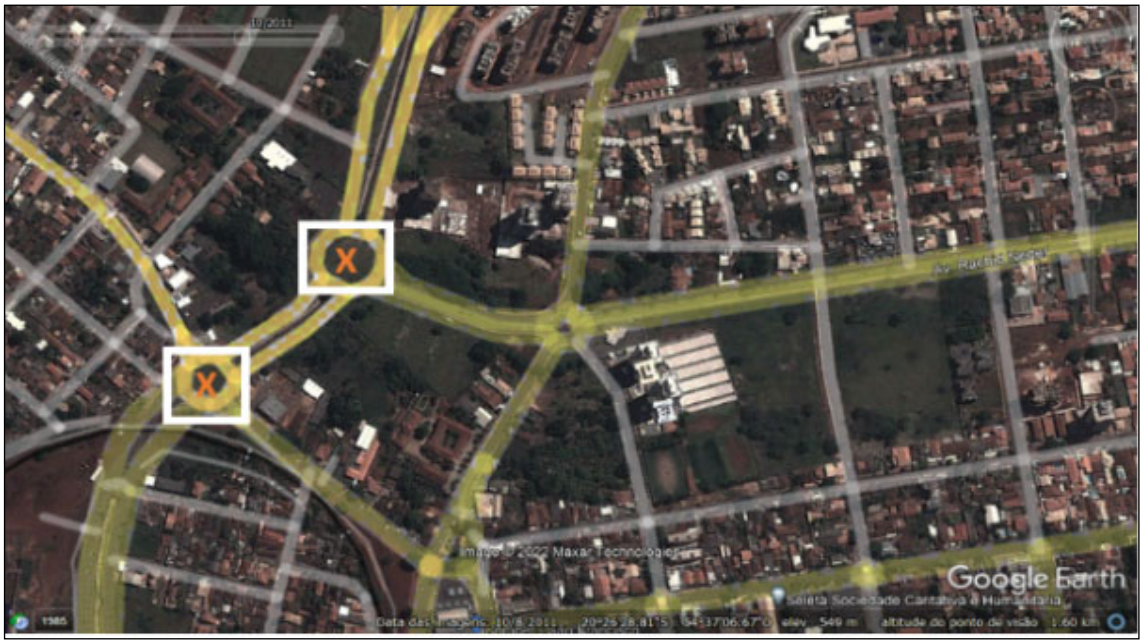
Figura 10. Climograma de Campo Grande (Precipitação e Temperatura) – 2016.

O ano de 2018 não foi diferente nas recorrências de enchentes. Destaca-se em especial a ocorrida no dia 03 de outubro. Em 2019 o mês de fevereiro apresentou relato de enchente. Identificou-se através dos dados altas temperaturas, porém, a precipitação não atingiu a marca de 50 milímetros de chuva.

Os anos subsequentes não foram diferentes. Os anos de 2020 e de 2021, marcaram a população com mais casos de enchentes que causaram transtornos.

Identifica-se nas figuras a seguir que o processo de uso e ocupação do solo, associado com o anseio de modernizar a cidade, e o processo de urbanização acelerou e intensificou os casos de enchentes na capital, com destaque para a Bacia Hidrográfica analisada.

Ao compararmos as Figuras 11 e 12 percebemos com nitidez o uso do solo e processo de ocupação do mesmo, onde antes existiam os vazios urbanos e atualmente encontramos áreas construídas e impermeabilizadas. Já a Figura 6 destacou que não existe somente a preocupação com a Bacia do Segredo, mas com toda a capital, pois já existem mais de 33 pontos críticos de enchentes e alagamentos na capital.



Fonte: Félix (2022. p. 83).

Figura 11. Pontos Críticos marcados com "X" das rotatórias da Avenida Presidente Ernesto Geisel na Rotatória da Avenida Rachid Neder onde as Enchentes são Recorrentes – Imagem de outubro de 2011.

Fonte: Félix (2022. p. 83).

Figura 12. Pontos Críticos marcados com "X" das rotatórias da Avenida Presidente Ernesto Geisel na Rotatória da Avenida Rachid Neder onde as Enchentes são Recorrentes – Imagem de dezembro de 2021.

Nas Figuras 12 e 13 foram destacados os pontos críticos onde ao analisarmos o entorno, percebemos o evidente processo de uso e ocupação do solo onde moradias foram construídas e ruas foram pavimentadas.

A Figura 13 a seguir, destaca o processo de evolução dos loteamentos aprovados do perímetro urbano de Campo Grande, e ao compararmos esta imagem com a Figura 6 percebe-se o porquê de existir tantos pontos críticos, haja vista que quase não existem mais vazios urbanos na capital.

Fonte: CAMPO GRANDE (2022, p. 86).

Figura 13. Evolução dos Loteamentos Aprovados do Perímetro Urbano de Campo Grande.

Ao analisar as Figuras 6 e 13 identificou-se que o processo de uso e ocupação do solo, associado à urbanização, ao crescimento populacional, à construção de loteamentos e demais imóveis permitiu que os antigos vazios urbanos que existiam em 1960 até 1994 fossem cobertos com construções como podemos observar no ano de 2020.

Considerações Finais

Os fenômenos hidrometeorológicos que ocorrem em Campo Grande – MS são recorrentes e precisam ser analisados constantemente, pois não se trata apenas de mencionar o extravasamento da calha de um rio, mas sim de toda uma problemática que atinge a sociedade, ou seja, às pessoas.

É imprescindível realizar a manutenção e monitoramento das obras já realizadas e começar novas obras preventivas e de contenções para evitar que enchentes, transbordamentos e enxurradas voltem a acontecer.

Pois como vimos na Figura 6 elaborada por Palheta (2020) existem muitos locais que apresentam casos de enchentes e precisam ser monitorados, pois quando acontece a chuva, a mídia reporta principalmente a área Central de Campo Grande, deixando os demais pontos no esquecimento como se não existisse nenhum problema com os rios daquela região.

Faz-se necessário ter um olhar crítico em relação ao encontro as águas pluviais que possui intensidade e volume imprevisíveis e as águas fluviais, pois ao se encontrarem em lugares sem infraestrutura adequada podem ocasionar perdas materiais e imateriais.

A expansão urbana de Campo Grande, inclusive a que se deu no entorno da Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo é preocupante, porque mesmo acontecendo casos reincidentes na região novos imóveis são construídos e vendidos, enquanto não se percebe obras de contenção e de prevenção à novos casos de enchentes.

Buscou-se com este capítulo alertar a sociedade e ao Poder Público sobre a necessidade de investir em prevenção no tocante aos córregos da cidade, pois sabemos que desde o início das civilizações as vilas, vilarejos e cidades, começavam sempre às margens dos rios, não sendo diferente em Campo Grande – MS, quando o mineiro José Antonio Pereira chegou a este território com sua comitiva oriunda de Minas Gerais e fixou moradia na confluência dos córregos Prosa e Segredo, pois viram naquele lugar água em abundância para consumo pessoal, para hidratar seus animais e produzir no solo que percebera que era fértil.

Com o passar do tempo, nomeou os dois córregos que atravessavam seu vilarejo como Prosa e Segredo, porque era em suas margens que ele e sua comitiva se reuniam ao final do dia para conversar, contando assim suas ‘prosas’ e seus ‘segredos’.

Referências

BOAVENTURA, Renildo. **Brasil Hidrografia**. 2022. Disponível em: <http://bventura70.blogspot.com/p/brasil-hidrografia.html>. Acesso em: 15 set. 2022.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010** - Mato Grosso do Sul. 2019. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=50>. Acesso em: 15 jul. 2020.

CAMPO GRANDE. Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano - PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande**. 29ª ed. rev. Campo Grande, 2022. Disponível em: Perfil Socioeconômico de Campo Grande – edição 2022 | PLANURB. Acesso em: 28 set. 2022.

CAMPO GRANDE. Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano

- PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande**. 27ª ed. rev. Campo Grande, 2020. Disponível em: <https://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/downloads/perfil-socioeconomico-de-campo-grande-ms-edicao-2020/>. Acesso em: 06 mar. 2020.

CAMPO GRANDE. Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano - PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande**. 23ª ed. rev. Campo Grande, 2019. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/sedesc/downloads/perfil-socioeconomico-de-campo-grande-2019/>. Acesso em: 06 jul. 2020.

CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Gestão Urbana – SEMADUR. **Córrego Limpo, Cidade Viva** – Bacias Hidrográficas – Córrego Segredo. 2020**.** Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/canais/corrego-limpo-cidade-viva-corregos/>. Acesso em: 06 set. 2020.

CAMPOGRANDE.NET. **A Geografia de Campo Grande - MS**. 2022. Disponível em: http://campogrande.net/a-cidade/geografia. Acesso em: 15 set. 2022.

FÉLIX, Rejane Alves. **A bacia hidrográfica do segredo e seus recorrentes casos de enchentes e alagamentos ocorridos entre os anos de 2000 e 2021 em Campo Grande - MS**. 2022. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2022.

G1, Jornal Eletrônico. **Tempestade alaga ruas, avenidas e casas, arrasta carros, derruba árvores e fecha momentaneamente aeroporto de Campo Grande: A chuva veio acompanhada de rajadas de vento que passaram dos 60 quilômetros por hora**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2018/10/03/tempestade-alaga-ruas-avenidas-e-casas-arrasta-carros-derruba-arvores-e-fios-e-fecha-temporariamente-aeroporto-de-campo-grande.ghtml>. Acesso em: 15 jul. 2020.

CORREIO DO ESTADO (Mato Grosso do Sul). **Engenheiro que elaborou Plano de Drenagem diz que revisão da obra é necessária**. 2014. Disponível em: <https://www.correiodoestado.com.br/cidades/campo-grande/sem-manutencao-obra-de-canalizacao-da-maracaju-corre-risco/268455/>. Acesso em: 09 jul. 2020.

MIDIAMAX (Mato Grosso do Sul). **Secretário de Obras da Capital culpa 'drenagem insuficiente' pelos estragos da chuva.** 2011. Disponível em: https://www.midiamax.com.br/cotidiano/2011/secretario-de-obras-da-capital-culpa-drenagem-insuficiente-pelos-estragos-da-chuva/. Acesso em: 23 jul. 2020.

MATO GROSSO DO SUL. CEMTEC. **Boletins Meteorológicos.** 2020. Disponível em: <https://www.cemtec.ms.gov.br/boletins-meteorologicos/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

PALHETA, Fernanda. **Mapeamento indica 33 pontos críticos de alagamento em Campo Grande:** De acordo Defesa Civil Municipal, o número de pontos críticos de alagamento e inundações em Campo Grande cresceu 153% em três anos. 2020. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/

capital/mapeamento-indica-33-pontos-criticos-de-alagamento-em-campo-grande>. Acesso em: 06 jul. 2020.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela. (Orgs.) **Desastres Naturais:** Conhecer Para Prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

YOUTUBE. **Chuva em Campo Grande-MS**/Av.Ernesto Geisel/Rotatoria da Rachid Neder (26/01/2012)**.** 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Jk7hdytjOIM>. Acesso em: 23 jul. 2020.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

VALIDATION OF THE WALDVOGEL TECHNIQUE FOR THE PROGNOSIS OF HAIL OCCURRENCE IN THE COUNTRYSIDE OF SÃO PAULO

VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE WALDVOGEL PARA PROGNÓSTICO DE OCORRÊNCIA DE GRANIZO NO INTERIOR PAULISTA

André Mendonça de Decco[1]
José Carlos Figueiredo[2]

Introduction

The occurrence of hail causes numerous economic and social losses to society in general, for example, in the United States of America, it generates annual losses of 1 billion dollars (ALLEN et al., 2015). Thus, several studies have been carried out in different parts of the world in an attempt to improve the prognosis of this phenomenon (TUOVINEN et al., 2009; MEZHER et al., 2012; SÁNCHES et al., 2013; NISI et al., 2016; FARNELL et al., 2017; LUKACH et al., 2017; JIN et al., 2017; STRŽINAR; SKOK, 2018).

In Brazil, according to the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (Mapa, 2018), hail is the second largest cause of payment of rural insurance claims, only behind cases of drought. In hail events, the payment of insurance policies reached the amount of R$ 1 billion and 63 million between years 2006 and 2017, which represents around 30% of the total amount paid in the rural insurance sector in the country. São Paulo is the third state with the highest amount of indemnities paid in the same period, with approximate amount of R$ 172 million, only behind states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina.

It is important to analyze the behavior of hail in a given region, knowing its climatology, which facilitates the elaboration of alerts about the phenomenon in order to reduce damage caused to crops, agricultural facilities, buildings in general and vehicles. This type of information is vital for many economic activities such as agriculture and insurance companies (JIN et al., 2017; STRŽINAR; SKOK, 2018).

1 Meteorologista. Mestre em Agronomia. IPMET/FC/UNESP. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9009-3607. E-mail: andre.decco@unesp.br.
2 Meteorologista. Doutor em Agronomia. IPMET/FC/UNESP. ORCID: E-mail: jc.figueiredo@unesp.br.

Acknowledgments: To the Meteorology Center of Bauru (IPMET/FC/UNESP) for the support given in carrying out this study.

For the monitoring of severe weather conditions, weather radar is used, which is the best tool for the identification and characterization of storms (SÁNCHES et al., 2013; RIGO; LLASAT, 2016). The advantages of using weather radar data are the approximately continuous coverage, almost real-time availability and good spatial resolution (STRŽINAR; SKOK, 2018).

Hail detection methods based on weather radar data are widely used in various parts of the world (MATHER et al., 1976; WALDVOGEL et al., 1979; LÓPEZ; SÁNCHEZ, 2009; SÁNCHEZ et al., 2013; RIGO; LLASAT, 2016); however, they need proof of reports on the surface to verify the effectiveness in predicting hail episodes (ALLEN et al., 2015; MARTINS et al., 2017). Several techniques have been used in an attempt to find thresholds for the identification of hail in a storm cell such as: Maximum reflectivity value (GEOTIS, 1963); Vertically integrated liquid water content (VIL) (AMBURN; WOLF, 1997); Difference between maximum reflectivity height of 45 dBZ and freezing level height (WALDVOGEL et al., 1979); among other techniques.

To improve the knowledge about the hail behavior in the countryside of the state of São Paulo and to reduce the degree of uncertainty of calculations made for the occurrence of hail on the surface, it is necessary to verify the effectiveness of hail detection techniques for the climatic conditions in the region. Among the various techniques, the methodology proposed by Waldvogel et al. (1979) stands out, who developed a simplified method to detect hail in a storm cell in central Europe, which is expressed by the relationship between weather radar data and atmospheric sounding data. So far, no research has been carried out in Brazil with the purpose of validating the Waldvogel et al. (1979) methodology for the atmospheric conditions of the study region. There is a great difference between the climate of central Europe, the study area by Waldvogel et al. (1979), and the climate of the state of São Paulo, which impacts the dynamics of the atmosphere and the behavior of storms (FRISBY; SANSOM, 1967; PUNGE; KUNZ, 2016).

The great difficulty of this research is the verification of hail on the surface, which in many cases in Brazil, occurs through press reports and civil defense records, where the main focus is on damages generated by the phenomenon, without due attention to crucial issues such as hail diameter when it hits the surface. In addition, most of these records occur in the urban area of municipalities, where most of the population lives. As a consequence, there is little information in rural areas, the likely reasons being the low population density and the extensive territorial area (TUOVINEN et al., 2009; CECIL; BLANKENSHIP, 2012). In order to solve part of this problem, the Meteorology Center of Bauru (IPMET), linked to the “Júlio de Mesquita Filho” State University of São Paulo (UNESP), created on its website, from 2008, the “Voluntary Observer” area with the purpose of collecting reports

from the population referring to hail cases that reached the surface in the coverage areas of the institution's weather radars, including information on hail diameter.

Thus, the aim of this study was to validate the Waldvogel et al. (1979) technique, finding the predictive threshold for the occurrence of hail in the state of São Paulo during the rainy seasons from 2008 to 2018 using data from the Doppler weather radar scans of Bauru / SP and analyzed by the very short-term weather forecast system, TITAN (Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting). The purpose is to improve the existing predictive system at IPMET / UNESP, which provides forecasting with hail occurrence alerts for the entire community in the area covered by the weather radar.

Material and methods

The study period included 10 rainy seasons in the state of São Paulo, that is, it corresponds to the months from October to March between years 2008 and 2018. The hail events analyzed come from the "Voluntary Observer" channel, where since 2008, users of the IPMET / UNESP website fill out a form with information on hail cases that reached the ground in the area covered by the weather radar of Bauru / SP. The form is filled with information of each event such as: - Location of the hail observation; - Date of occurrence; - Hail duration; - Hail size when reaching the ground. In the topic related to hail size, 7 options are available for information about hail diameter when reaching the surface: 0.3 cm; 0.6 cm; 1.5 cm; 2.5 cm; 3.5 cm; 5.0 cm and greater than 5.0 cm.

Information for each reported hail event is compared with data collected from the Doppler weather radar of Bauru / SP, band S (λ = 10.7 cm), which belongs to the Meteorology Center of Bauru (IPMET / UNESP), installed at coordinates 22.35ºS, 49.03ºW and 624 meters. To compare information obtained in the database (Voluntary Observer) with weather radar data, the following criterion was adopted: - analysis of radar scans within one hour interval before and one hour after each reported hail event in order to compensate for the accuracy of the hail report, as it is considered that the voluntary who witnessed the event does not pay as much attention to the accuracy of the time of each hail event. Then, for each event reported in the database, an investigation is carried out using images from the weather radar to verify whether the event actually existed (within the specified time interval). If so, the case is analyzed by the very short-term weather forecast system (TITAN).

Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting (TITAN) is a set of algorithms that identify, track and predict storm displacements (Dixon & Wiener, 1993). The database used by the system comes from data obtained from weather radar scans, which in this case will be data from the weather radar of Bauru (IPMET /

UNESP). A storm is defined as a contiguous region that exceeds reflectivity and size limits. Storms defined in this way are identified at discrete time intervals (in the case of this work every 7.5 minutes). The method used in the identification and displacement of storms is the centroid, which uses algorithms based on the following criteria: it uses value of 40 dBZ as the minimum reflectivity threshold, minimum volume of 16 km^3, and minimum height of 2 km and maximum of 30 km as parameters for identifying a storm. In this study, information from the top of storms (km) will be used, which is defined as the maximum reflectivity height of 40 dBZ.

To calculate the probability of hail on the surface, used by TITAN, the Waldvogel et al. (1979) methodology was used during a weather modification experiment in Central Europe using X-band radar (λ = 3 cm) by sowing clouds to suppress hail. The aim of this study was to find a simplified way to identify which storm cell would be capable of generating hail. The calculation is based on the difference between maximum reflectivity height of 45 dBZ (H_{45}) obtained from the weather radar and the freezing level height (H_0) of the atmospheric sounding, both measured in kilometers (km). In this work, the difference between H_{45} and H_0 was called ΔH, according to Equation 1. The result obtained in the experiment showed that the probability of the occurrence of hail increases dramatically with the increase in ΔH.

$$\Delta H = H_{45} - H_0 \qquad \text{(Equation 1)}$$

Information on the maximum reflectivity height of 45 dBZ (H_{45}) for each case under study comes from scans of the weather radar of Bauru. For the freezing level height (H_0), soundings from the “Campo de Marte” aerodrome (SBMT - 83779), in the municipality of São Paulo, belonging to the Ministry of Aeronautics, are used. This aerodrome is the closest to the study region, which operationally launches two daily radiosondesper day (12 UTC and 00 UTC) (http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html). It is important to highlight that for events reported until 3 pm (local time), 12 UTC was used and for episodes reported after 3 pm (local time), 00 UTC was used to represent the height of the zero-degree isotherm in the region of the event in order to represent the real conditions of the atmosphere at that time of day.

Knowing the maximum reflectivity height of 45 dBZ (H_{45}) and the freezing level height (H_0) of each case, the ΔH values for each hail event are obtained. The purpose of this analysis is to determine the ΔH value from which the hail event is predicted in storm cells detected by the weather radar of Bauru.

Results and discussion

The spatial distribution of 175 hail events reported in the "Voluntary Observer" database of IPMET / UNESP, within the coverage area of the weather radar of Bauru in the rainy seasons under study (2008-2018) is shown in Figure 1, where the black circle represents the coverage radius of the quantitative task (CAPPI) of the isotherm radar of Bauru / SP. Featuredmunicipalities: AR (Araçatuba), B (Bauru), BB (Bebedouro), BT (Botucatu), C (Campinas), JB (Jaboticabal), M (Marília), O (Ourinhos), P (Piracicaba), RB (Ribeirão Preto), RP (São José do Rio Preto), SC (São Carlos) and SR (Sorocaba).

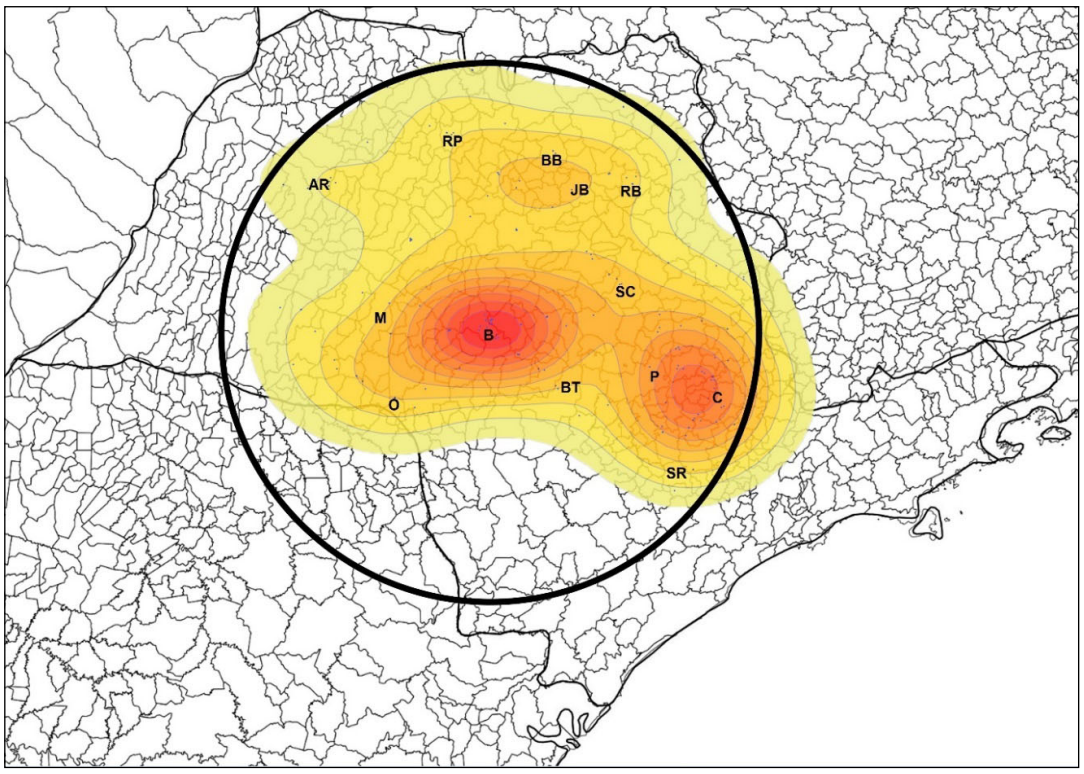


Figure 1. Spatial distribution of hail events reported in the rainy seasons form 2008 to 2018, in the coverage área of the weather radar of Bauru.

The region with the highest incidence is the region of Bauru, in the central region of São Paulo, where about 35% of cases were reported (within approximate radius of 100 km from Bauru). One of the causes is the performance of meteorological systems present in the state of São Paulo during the rainy season, increasing the instability conditions in the region, acting as convection trigger. This enables humid air to rise from near the surface to higher levels of the troposphere, favoring the condensation of water vapor, with release of latent heat, which further intensifies convection (a process known as positive feedback), to the point of reaching and exceeding the freezing level, thus producing hail (JOHNS; DOSWELL III, 1992).

This is one of the evidences of the formation of a severe storm. Other signs of the conception of severe storm are associated with the occurrence of rains, strong winds and tornados (FIGUEIREDO, 2005; SILVA DIAS, 2011).

Another factor in the analysis that may also explain the high incidence of hail in the region of Bauru is the presence of the IPMET / UNESP in the municipality of Bauru. The institution has a 45-year history of using the weather radar and plays a fundamental role in providing services to communities in the countryside of São Paulo, warning the population when severe events occur. Therefore, the broad knowledge of services provided by IPMET / UNESP and its wide dissemination by the press, especially in this region enables greater participation of users, reflecting the large number of reports of hail on the surface within a radius of about 100 km from Bauru.

The second region with the highest incidence is the region of Campinas (with approximately 25% of reported cases), where relief plays a major role in the development of storms in this sector of the state. It appears that at east of Campinas, there are regions with altitudes above 900 meters, indicating the presence of mountains, which favors convective instability and formation and development of storms, working as convection trigger. In the sector to the west of Campinas, there is a large region with altitudes around 600 meters, indicating the existence of a valley region. This configuration allows convection to be stimulated by the combination of factors such as upward movement over a frontal band (cold front), by daytime heating (REBOITA et al., 2010) and also by a physical obstacle in the relief, indicated by the presence of mountains (JOHNS; DOSWELL, 1992; POCAKAL, 2011; DE LA TORRE et al. 2015). Previous studies have shown that this region of the state has the highest incidence of storms in the area covered by the weather radar of Bauru (FIGUEIREDO, 2005; HELD; ESCOBEDO, 2010). Nacaratto et al. (2003) conducted a study on the climatology of the spatial distribution of atmospheric electrical discharges in the state of São Paulo. The work concluded that the region of Campinas is the region with the highest incidence of electrical discharges in the state of São Paulo.

Figure 1 also shows that in the southern and most western regions of the Bauru radar coverage area, few events are found in the database. However, this does not mean that these regions are less susceptible to hail. One of the assumptions is the little knowledge about the service provided by IPMET / UNESP, and the existence of a form that can be filled out on the institution's website, reporting hail events. What can be done to correct this problem, not only in these regions of the state, is to complement the database with other sources of information, such as data from surface weather stations in operation in the state of São Paulo. The aim is to increase the database for the hail study and thereby improve the knowledge on the frequency of the phenomenon in the area covered by the weather radar of Bauru.

The rainy season in the state of São Paulo, covers the months from October to March (COELHO et al., 2016), where approximately 74% of hail events were reported in the "Voluntary Observer" database between October 2008 and March 2018, that is, 175 cases occurred in the wet period and 61 occurrences in the dry period (April to September). Therefore, there is a peak of convective activity in this period of the year (October to March), reflecting the high number of severe storms, indicated by the occurrence of hail.

The months of November, January and October had the highest number of hail records, with 42, 36 and 34 episodes respectively. It was then observed that in the early spring and early summer, the period of greatest hail activity is found in the state of São Paulo, the same result identified by Frisby and Sanson (1967) in the Brazilian tropical region. In other parts of the world, the peak of hail occurrence is observed between late spring and early summer (TUOVINEN et al., 2009; PARASCHIVESCU et al., 2011; KALKHOVEN et al., 2017; LUKACH et al., 2017; Stržinar&Skok, 2018). In the southern region of Brazil; however, the peak of hail occurrence is observed between the end of winter and beginning of spring (MARTINS et al., 2017). On the other hand, the months of March, with 15 episodes, and December with 21 records, had the lowest number of cases.

The hourly distribution of hail events is shown in Figure 2, where it can be seen that 87.5% of cases occur between 2 pm and 9 pm (local time) indicating a decisive influence of solar heating, as shown by studies in other regions of the world (TUOVINEN et al., 2009; BAL et al., 2014; RIGO; LLASAT, 2016; LUKACH et al., 2017) and in Brazil (MARTINS et al., 2017). It is clear that in the afternoon, there is higher incidence of solar radiation, and consequently the highest temperature values (PORFÍRIO et al., 2012). This factor causes an increase in the saturation deficit, increasing the air evaporative demand, increasing evapotranspiration rates, thus contributing to the highest instability rates in this period of the day, which results in high moisture content at low levels of the troposphere, which is one of the triggering factors for the occurrence of storms (NASCIMENTO, 2005; MEZHER et al., 2012). The presence of hot and humid air at low levels of the troposphere establishes the supply of essential moisture for convection (JOHNS; DOSWELL III, 1992), favoring the rising of air close to the surface, carrying humid air to higher levels of the troposphere. This generates the condensation of water vapor and consequent cloud formation.

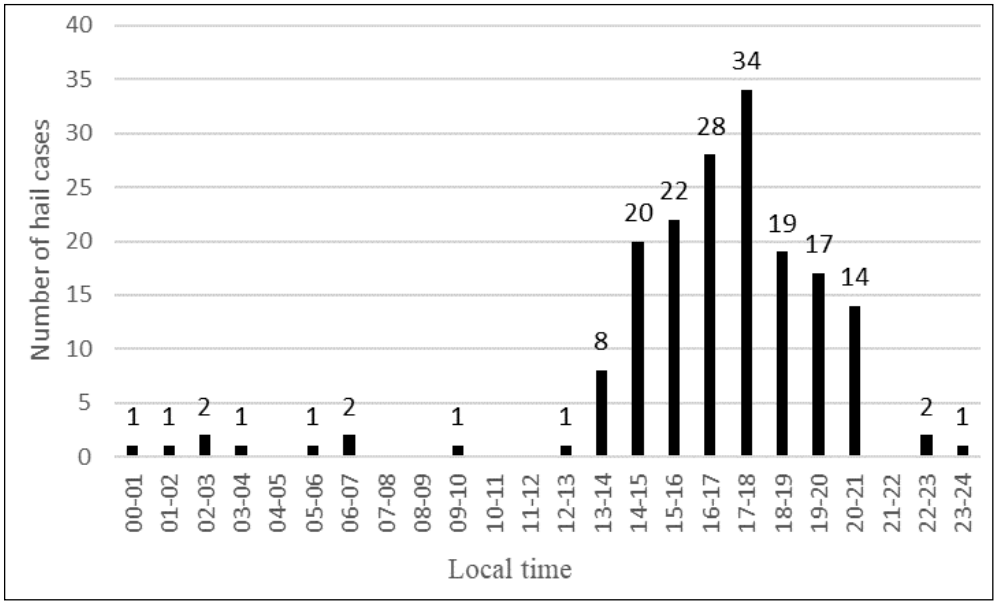


Figure 2. Hourly distribution of reported hail events, which hit the ground, in the rainy seasons from 2008 to 2018, in the coverage area of the weather radar of Bauru.

There is also a maximum peak occurrence between 5 pm and 6 pm (local time), with 34 episodes, which represents approximately 19% of total reported events. In other statesin the southeastern region of Brazil, most cases occur between 4 pm and 8 pm (MARTINS et al., 2017). There is a clear connection with the daytime thermal convection cycle. It was also observed that few hail events (about 7%) were reported in the early morning and morning, as well as at the end of the night.

The monthly distribution of events as a function of the hail diameter when reaching the surface is described in Figure 3. Hail events were classified as: - hail with diameters below 1.9 cm (D <1.9 cm) and equal to or greater than 1.9 cm (D ≥ 1.9 cm). It was observed that in 85.1% of cases, hail diameter was less than 1.9 cm, with 53.7% of events that occurred in the spring and 46.3% in the summer. For events with D ≥ 1.9 cm, which represents 14.9% of the total, spring is the season with the highest occurrence of cases, with 65.4%, while summer presents 34.6% of episodes. The explanation for spring presenting greater number of hail cases is based on the fact that it is a transition season between a dry period (winter) and a wet period (summer). Thus, storms develop in an environment of greater contrast of temperature and humidity, generating favorable conditions for the formation of storms with greater severity degree (ANSELMO, 2015), as evidenced by the reported hail events.

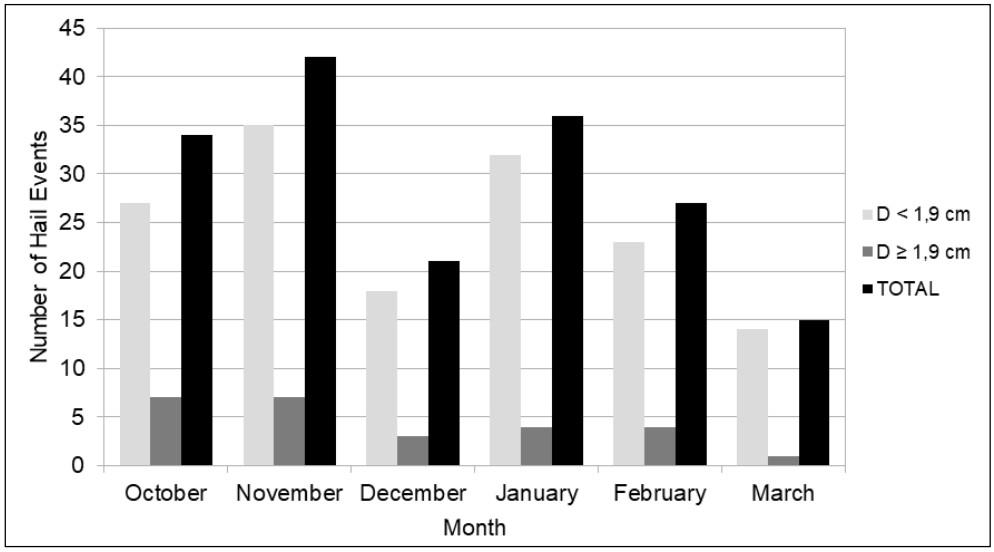


Figure 3. Monthly frequency of non-severe (D < 1.9 cm) and severe (D ≥ 1.9 cm) hail events in the coverage area of the weather radar of Bauru.

In relation to the total number of events, spring months presented 55.4% of cases and 44.6% occurred in the summer months. In Figure 3, it appears that the months of October and November show the highest number of severe hail events, according to threshold of D ≥ 1.9 cm, described by Johns & Doswell, (1992). One of the reasons pointed out for this fact is the lower freezing level height (T = 0ºC) at the beginning of the rainy season (LUKACH et al., 2017), as verified in the average values of Table 1. Taking into account that the average tops of storms reach higher values in these months, hail will have greater space to develop and gain size before precipitating, which is enhanced by the greater contrast between temperature and humidity observed in early spring, creating conditions favorable for the occurrence of severe storms.

Table 1. Average monthly values for the height of the freezing level (T = 0ºC) and for the tops of the storms, both with their respective standard deviations.

	Mean (Standard Deviation) of T=0ºC (km)	Mean (Standard Deviation) of Tops (km)
October	4.47 (0.27)	10.74 (1.58)
November	4.43 (0.26)	11.06 (1.98)
December	4,57 (0.27)	9.98 (1.45)
January	4.53 (0.32)	10.62 (1.42)
February	4.64 (0.25)	10.29 (1.52)
March	4.70 (0.26)	10.48 (2.20)

The variability of parameters H_{45}, H_0 and ΔH is shown in Figure 4, where the horizontal central line (red) inside the box represents the median p_{50} (50^{th} percentile). The top edge of the box represents the p_{75} quartile (75^{th} percentile) and the bottom edge of the box corresponds to the p_{25} quartile (25^{th} percentile). The "wiskers" at the top of each box extend up to the highest height below p_{75} + 1.5 IQR, where IQR is the interquartile range given by p_{75} - p_{25}. The "wiskers" at the bottom of the box are values above p_{25} - 1.5IQR.

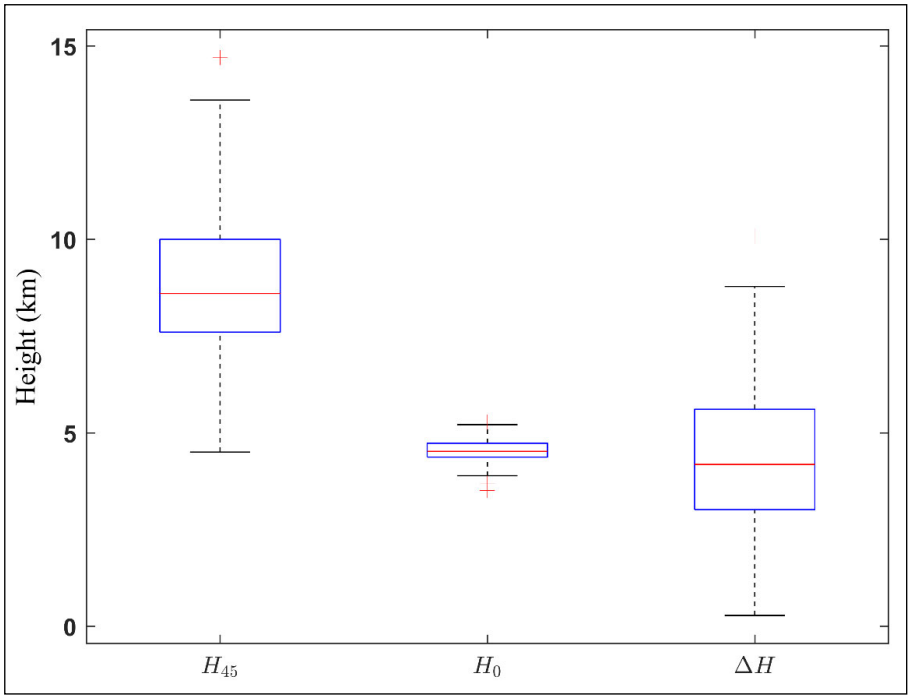


Figure 4. Box and whiskers plots (also known as boxplots) of H_{45}, H_0 e ΔH depending on height.

It was observed that H_0 has lower variability of values compared to H_{45}, with average height around 4.53 km (median of 4.52 km), with standard deviation of 0.28 km. around 8.76 km (median of 8.6 km), with standard deviation of 1.87 km. It was also observed that ΔH has great variability, with minimum value close to zero and maximum value close to 9.0 km, with average value of 4.23 km (median of 4.17 km) and standard deviation of 1.89 km. Then, it was observed that even for small ΔH values, there is occurrence of hail on the surface. The lowest ΔH value found was 0.28 km. In addition, 5 more cases with $\Delta H < 1$ km were identified.

It is necessary to understand the behavior of the freezing level height (H_0) between regions of the state of São Paulo (at the limit of the tropical region) and the central region of Europe (middle latitudes). Parameter H_0 is included in the ΔH calculation and plays a fundamental role in understanding differences between the threshold found in central Europe and the threshold that was applied in the state of São Paulo.

Harris et al. (2000) showed that in the tropical band, the H_0 field is flat and approximately symmetrical in relation to the Equator, with average values of about 5.0 km. In regions with higher latitudes, the trend is for a decrease in H_0 values. In the range from 20º to 25º of latitude, in South America, average values are from 4.0 to 4.75 km. For latitude of 45º N (central Europe), H_0 values vary between 2.0 km (winter) and 3.0 km (summer).

To verify the result found by Harris et al. (2000), an analysis of the freezing level height climatology (H_0) was performed for the region of the state of São Paulo using the atmospheric soundings of the "Campo de Marte" aerodrome (SBMT - 83779), in the city of São Paulo. The study period comprises years from 2001 to 2018. Figure 5 shows the average monthly values in this period. It appears that the lowest values are between months of May and September, the driest time of the year and with milder temperatures. At the beginning of the rainy season, values of 4.51 km (October) and 4.52 km (November) are observed. These values are the lowest observed during the rainy season, from October to March. The annual H_0 average for the study region is 4.5 km, corroborating results found by Harris et al. (2000).

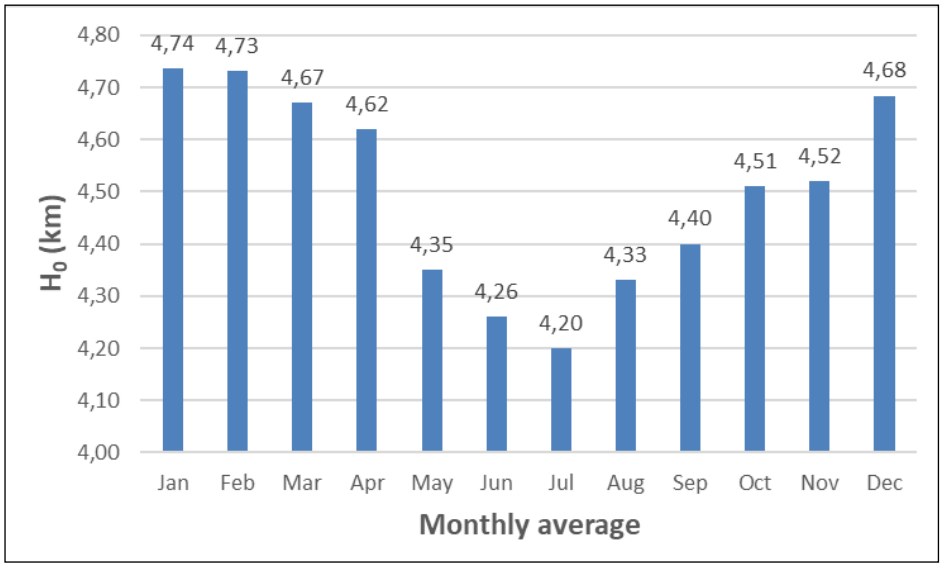


Figure 5. Average monthly values for the height of the freezing level (H_0) for the Campo de Marte aerodrome (SBMT - 83779), in the city of São Paulo.

To apply the threshold for H_{45} - H_0 (ΔH), it is necessary to know differences between the climate of central Europe, where the Waldvogel et al. (1979) methodology was developed, and the climate of the state of São Paulo, study region of this work. Therefore, some aspects of the climates of both regions were described in order to understand the differences between the threshold described for the central region of Europe and the threshold proposed for the state of São Paulo in this research.

The central region of Europe, more precisely the central region of Switzerland (in the city of Lucerne - 47º N latitude), where the X-band radar was installed during the experiment by Waldvogel et al. (1979), the climate has characteristics of humid fresh summer continental (Dfb - Koppen-Geiger classification), with no significant differences in the precipitated volume among seasons, with annual total around 1170 mm. Average temperature values fluctuate between 20ºC in the hottest months of the year (June and July) and close to 0ºC in the coldest months (December and January) (METEOSWISS, 2019). The region is located very close to the northern side of the Alps (with maximum altitude of 4810 m). The proximity of the Alpine Massif acts as a convection trigger, enhancing convective instability and favoring the formation of severe storms, reflecting the high incidence of hail in this region (PUNGE et al., 2014).

The climate in most of the area covered by the weather radar of Bauru, in the countryside of São Paulo, is characterized by being hot in summer and dry in winter (Aw - Koppen-Geiger classification), with annual precipitation between 1500 and 1900 mm. To exemplify the climate of a municipality in the study area, the climate of São Carlos is used to describe the climatic conditions found in the area covered by the weather radar of Bauru. The average annual rainfall is 1558 mm, with average values around 300 mm in January and 30 mm in July. Average temperatures vary between 22.7ºC in January and 22.9ºC in February and 17.1ºC in June and 17.2ºC in July (INMET, 2019).

In the experiment carried out by Waldvogel et al. (1979) in the central region of Europe, a (lower) threshold from which hail precipitation occurred in storms in this region of the planet was identified. Threshold for the occurrence of hail was identified when reflectivities of 45 dBZ (H_{45}) were verified at heights greater than or equal to 1.4 km above the freezing level (H_0), that is, in all storms that generated hail in central Europe, the ΔH value reached at least 1.4 km.

This value was considered as the lower threshold of his sample. The weather modification experiment, with the launch of rockets containing silver iodide, was intended to suppress hail in the storm identified by the radar, with potential for the occurrence of the phenomenon, according to threshold of $\Delta H \geq 1.4$ km. Using this information, it was possible to save 4.5% of rockets, which would be launched in storms with the aim of suppressing hail. These rockets would be wasted, since storm cells in these cases would not form hail, according to criterion used, which resulted in significant savings for the experiment operation.

Applying threshold of $\Delta H \geq 1.4$ km to the sample analyzed in this research, approximately 6.5% of proven hail cases that reached the surface would not be considered. Figure 6 shows the distribution of all events reported in the database as a function of ΔH during the 10 rainy seasons under study (2008 to 2018). Each

point represents an ordered pair, with the abscissa axis characterizing the number of events and the ordinate axis indicating the ΔH value (km). As an example, the ordered pair (175; 0.74) is highlighted in red in the graph, with 175 being the number of hail cases and 0.74 the ΔH value for the event. The red line represents the 1.4 km threshold, and values below that line would be disregarded as hail events. Therefore, it is necessary to apply a value that fits the climatic conditions of the study region.

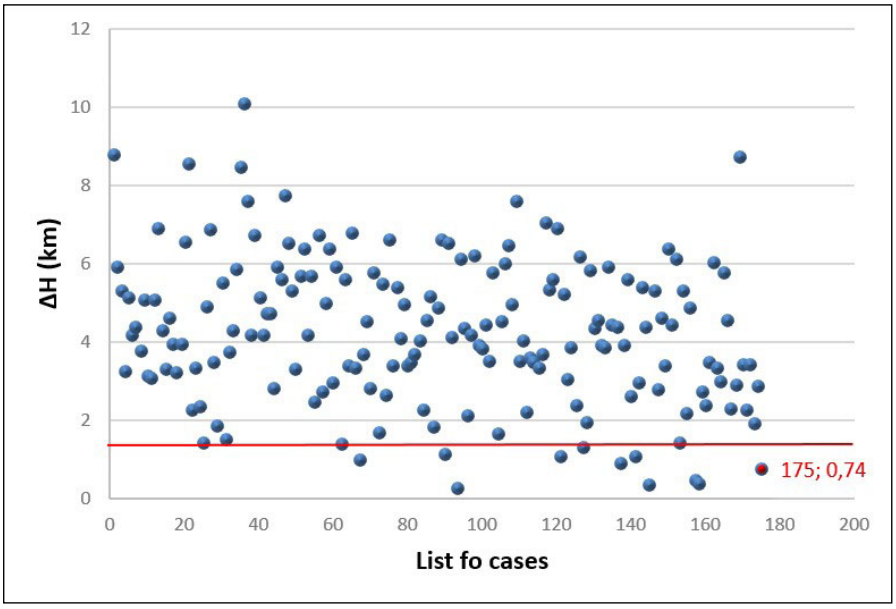


Figure 6. Distribution of hail cases as a function of ΔH. The red line represents the 1.4 km threshold.

Threshold of ΔH ≥ 1.4 km has been used in the very short-term IPMET / UNESP weather forecast system (TITAN) since December 2005. The application of the threshold proposed by Waldvogel et al. (1979), in the coverage area of the weather radar of Bauru does not take into account the climatic conditions of the study region. Thus, it is necessary to investigate the ΔH value adjusted to the local climate, from which hail is predicted in storms detected by the radar in the countryside regions of the state of São Paulo. The aim of this analysis is to improve the hail alert system generated by TITAN in the IPMET / UNESP weather forecasting and monitoring sector. Differences are striking between the climate of the Waldvogel study region and the climate of the state from São Paulo. The central region of Europe is located in a region of the terrestrial globe known as middle latitudes (between 30º N and 60º N latitude), with temperature and humidity gradients different from those found at the limit of the tropical region, where the state of São Paulo is located (between 20º S and 25º S latitude). This factor impacts the dynamics of storms in each region. Therefore, it is necessary to analyze in the "Voluntary Observer" database the ΔH values and determine the hail threshold in these storms (175 cases).

Analyzing all 175 hail events, which occurred in the countryside of São Paulo, threshold of ΔH ≥ 0.28 km is observed for the occurrence of hail, that is, in all cases, the ΔH value reached at least 0.28 km. This value is the one that best suits the climatic conditions of the study region in the rainy season analyzed, that is, from this value, hail occurrences are predicted in storms detected by the weather radar of Bauru / SP. Then, with the application of the threshold adjusted to the climatic conditions of the study region, it is possible to improve hail alerts generated by the IPMET / UNESP very short-term forecasting system (TITAN), made available to the entire population of the coverage area, especially to the agricultural community of São Paulo. This result will be implemented in the IPMET / UNESP very short-term forecasting system (TITAN), which will favor greater reliability of the alerts generated.

Conclusions

1. Applying threshold of ΔH ≥ 1.4 km to the sample analyzed in this research, approximately 6.5% of proven hail cases that reached the surface would not be considered.
2. Unlike data found by Waldvogel in central Europe, which report that from ΔH ≥ 1.4 km, there is occurrence of hailstorms, and results found in the countryside of the state of São Paulo, report that hailstorms occur from ΔH ≥ 0.28 km.

References

ALLEN, J. T.; TIPPETT, M. K.; SOBEL, A. H. An empirical model relating US monthly hail occurrence to large-scale meteorological environment. **Journal of Advances in Modeling Earth Systems**, v.7 (1), p.226-243, 2015.

AMBURN, S. A.; WOLF, P. L. VIL density as a hail indicator. **Weather and Forecasting**, v.12, 1997. p.473-478.

ANSELMO, E. M. **Morfologia das tempestades elétricas na América do Sul**. 128 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2015.

BAL, S. K.; SAHA, S.; FAND, B. B.; SINGH, N. P.; RANE, J.; MINHAS, P. S. **Hailstorms:** Causes, damage and post-hail management in agriculture. Technical Bulletin No 5, National Institute of Abiotic Stress Management, Malegaon, Baramati. 413 115. Pune, Maharashtra (India). p.44, 2014.

CECIL, D. J.; BLANKENSHIP, C. B. Toward a global climatology of sever hailstorms as estimated by satellite passive microwave imagers. **Journal of Climate**, v.25, p.687-703, 2012.

COELHO, C.A.S.; CARDOSO, D.H.F.; FIRPO, M.A.F. Precipitation diagnostics of an exceptionally dry event in São Paulo, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v.125, p.769-784, 2016.

DE LA TORRE, A.; PESSANO, H. HIERRO, R.; SANTOS, J. R.; LLAMEDO, P.; ALEXANDER, P. The influence of topography on vertical velocity of air in relation to severe storms near the Southern Andes Mountains. **Atmospheric Research,** v.156, p.91-101, 2015.

DIXON, M.; WIENER G. TITAN: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis, and Nowcasting: a radar-based methodology. **Journal of Atmospheric Oceanic Technology**, v.10, p.785-797, 1993.

FARNELL, C.; RIGO, T.; PINEDA, N. Lightning jump as a nowcast predictor: Application to severe weather events in Catalonia. **Atmospheric Research**.v.183, p130-141, 2017.

FIGUEIREDO, J. C. **Pluviometria para a região central do estado de São Paulo utilizando ecos de radar meteorológico**. 2005. 143 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.

FRISBY, E. M.; SANSOM, H. W. Hail incidence in the tropics. **Journal of Applied Meteorology**, v.6, p.339-354, 1967.

GEOTIS, S. G. Some radar measurements ofhailstorms. **Journal of Applied Meteorology**, v.2, p.270-275, 1963.

HARRIS, G. N. JR.; BOWMAN, K. P.; SHIN, DONG-BIN. Comparison of frezzing-level altitudes from the NCEP reanalysis with TRMM precipitation radar brightband data. **Journal of Climate**, v.13 (23), p.4137-4148, 2000.

HELD, A.M.G.; ESCOBEDO, J.F. Climatologia de tempestadesnaárea central do Estado de São Paulo usando radar meteorológico. **Revista Energiana Agricultura**, Botucatu, v. 25, nº1, p.1-20, 2010.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil** (1981-2010). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

JIN, H.G.; LEE, H.; LKHAMJAV, J.; BAIK, J.J.A Hail climatology in South Korea. **Atmospheric Research**, v.188, p.90-99, 2017.

JOHNS, R. H.; DOSWELL, C. A. Severe local storms forecasting. **Weather and Forecasting**, v.7, p.588-612, 1992.

KALKHOVEN, C.; DELDEN, A. V.; TLIM, S. **Detecting and forecasting large hail in the Netherlands**. Utrecht University. Royal Netherlands Meteorological Institute. August 7, 2017.

LÓPES, L.; SÁNCHES, J. L. Discriminant methods for radar detection of hail. **Atmospheric Research**, v.93, p.358-368, 2009.

LUKACH, M.; FORESTI, L.; GIOT, O.; DELOBBE, L. Estimating the occurrence and severity of hail based on 10 years of observations from weather radar in Belgium. **MeteorologicalApplications**, v.6. Online publication date: 8-Mar-2017.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relatórios Estatísticos**. Dados de indenizações – 2006 a 2017. Brasília. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/seguro-rural/relatorios-estatisticos>. Acesso em: 26 de novembro de 2018.

MARTINS, J.A.; BRAND, V.S.; CAPUCIM, M.N.; FELIX, R.R.; MARTINS, L.D.; FREITAS, E.D.; GONÇALVES, F.L.T.; HALLAK, R.; SILVA DIAS, M.A.F.; CECIL, D.J. Climatology of destructive hailstorms in Brazil. **Atmospheric Research,** v.184, p.126-138, 2017.

MATHER, G. K.; TREDDENICK, D.; PARSONS, R. An observed relationship between the height of the 45 dBZ contours in storm profiles and surface hail reports. **Journal of Applied Meteorology**, v.15, p.1336-1340, 1976.

METEOSWISS. Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss. **Annual course series**. Disponível em: <https://www.meteoswiss.admin.ch/home/climate/swiss-climate-in-detail/annual-course-series.html?station=luz&filters=2016_2016>. Acesso em: 25 de outubro de 2019.

MEZHER, R.N.; DOYLE, M.; BARROS, V. Climatology of hail in Argentina. **Atmospheric Research**, v.114-115, p.70-82, 2012.

NACCARATO, K. P.; PINTO JR, O.; PINTO, I. R. C. A. Evidence of termal and aerossol effects on the cloud-to-ground lightning density and polarity over large urban areas of southeastern Brazil. **Geophysical Research Letters**, v.30 (13), p.71-74, 2003.

NASCIMENTO, E. L. Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: Uma estratégia operacional adotável no Brasil? **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.1, p.121-140, 2005.

NISI, L.; MARTIUS, O.; HERING, A.; KUNZ, M.; GERMANN, U. Spatial and temporal distribution of hailstorms in the Alpine region: A long-term, high resolution, radar-based analysis. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.142:697, p.1590-1604, 2016.

PARASCHIVESCU, M.; STEFAN, S.; BOGDAN, M. Verification of an algorithm (DWSR 2500C) for hail detection. **Atmósfera**, v.24(4), p.417-433, 2011.

POCAKAL, D. Hailpad data analysis for the continental part of Croatia. **Meteorologische Zeitschrift**, v.20 (4), p.441-447, 2011.

PORFÍRIO, A. C. S.; DE SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; LEMES, M. A. M. An assessment of the global UV solar radiation under various sky conditions in Maceió-Northeastern Brazil. **Energy**, v.44, p.584-592, 2012.

PUNGE, H. J. BEDKA, K. KUNZ, M. WERNER, A. A new physically based

stochastic event catalog for hail in Europe. **Natural Hazards**, v.73 (3), p.1625-1645, 2014.

PUNGE, H. J.; KUNZ, M. Hail observations and hailstorm characteristics in Europe: A review. **Atmospheric Research**, v.176-177, p.159-184, 2016.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25 (2), p.185-204, 2010.

RIGO, T.; LLASAT, M. C. Forecasting using parameters for convective cells identified by radar. **Atmospheric Research**, v.169, p.366-376, 2016.

SÁNCHEZ, J. L.; LÓPEZ, L.; GARCÍA-ORTEGA, E.; GIL, B. Nowcasting of kinetic energy of hail precipitation using radar. **Atmospheric Research**, v.123, p.48-60, 2013.

SILVA DIAS, M. A. F. An increase in the number of tornado reports in Brazil. **Weather, Climate and Society**, v.3, p.209-217, 2011.

STRŽINAR G.; SKOK G. Comparison and optimization of radar-based hail detection algorithms in Slovenia. **Atmospheric Research**, v.203, p.275-285, 2018.

TUOVINEN, J-P.; PUNKKA A-J.; RAUHALA, J.; HOHTI, H. Climatology of severe hail in Finland: 1930-2006. **Monthly Weather Review**. v.137, p.2238-2249, 2009.

WALDVOGEL, A.; FEDERER, B.; GRIMM, P. Criteria for the detection of hail cells. **Journal of Applied Meteorology**, v.18, Issue 12, p.1521-1525, 1979.

Autor: © Mardilson Torres (Bujari-Acre-BR)

SOBRE OS ORGANIZADORES

Lourenço Magnoni Júnior – Docente do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP Campus de Bauru – SP e do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza: Faculdade de Tecnologia de Lins – SP, Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho de Cabrália Paulista - SP e Escola Técnica Estadual Rodrigues de Abreu de Bauru - SP; membro do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Bauru (COMDEMA) e da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP. Editor da Revista Ciência Geográfica (www.agbbauru.org.br). E-mails: lourenco.junior@pq.cnpq.br - lourenço.junior@fatec.sp.gov.br.

Maria da Graça Mello Magnoni – Professora Assistente Doutora do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências (FC) da UNESP/Campus Bauru e Professora do Programa de Pós-Graduação Mídia e Tecnologia da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC). Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru–SP e do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica. E-mail: mgm.magnoni@unesp.br.

Mayleen Cabral – Oficial de Parcerias com o Escritório Regional das Américas e Caribe da UNDRR. Possui Mestrado em Risco, Desastres e Resiliência pela University College London, e atualmente está fazendo doutorado em Desenvolvimento Urbano Sustentável na Universidade de Oxford. Na República Dominicana, desenvolveu um programa que integrou a redução do risco de desastres e a adaptação às mudanças climáticas no currículo de uma escola internacional de Ensino Médio. Foi consultora da Save the Children República Dominicana assessorando-os na estruturação do programa Educação em Emergências e dos planos de gestão de emergências da agência. E-mails: mayleen.cabral@un.org; mayleen.cabral@linacre.ox.ac.uk.

Mardilson Machado Torres – Artista visual licenciado em artes visuais pela UnB(Universidade de Brasília, 2016); Formação em curso técnico de Artes Visuais pela Usina de artes João Donato, 2012; Autor intelectual da bandeira do município de Bujari -Ac 1994; participação como ilustrador na revista educativa"cidade limpa",projeto manejo sustentável do lixo, 2005; Ilustrador da revista"As crianças do Eldorado",2015(ciranda cultura comunicação e meio ambiente); Ilustrador da revista Acre engenharia em várias edições; Participação na revista "Usina em Quadrinhos" 2012; Co autor da mostra "mitos",pinturas contemporâneas 2013; Ilustrador da capa cordel"urucum"; Ilustrador

da capa do cordel"Zé Manoel em ritmo de cordel" 2021;Ilustrador da capa cordel "Bujari entre versos e rimas" 2021; Com autor do livro "Bujari, de seringal a município" 2021;Ilustrador do ebook infantil"Tempestade se vem muda tudo também"; Ilustrador do ebook "Boniteza, o contador de história"; premiado por duas vezes no quinto e sétimo salão de artes visuais Hélio Melo; premiado no décimo concurso de artes visuais "cores da cidade"; Participação na exposição coletiva na conferência internacional da ayahuasca -Ac"; Participação anualmente no encontro internacional Acre graffiti em Rio Branco. E-mail: mardilsonmachadotorres@gmail.com.

Cláudio Eduardo de Castro – Possui graduação em Geografia Licenciatura (1988), mestrado em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (2004) e doutorado em Geografia pela Unesp-Presidente Prudente. Pós-doutor pela Universidade de Coimbra. Atualmente é professor titular da Universidade Estadual do Maranhão, Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Social e Regional da UEMA e da Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço. Na UEMA foi Coordenador de Pesquisas-PPG (2015-2017), Chefe da Editora da UEMA-EDUEMA (2018-2019), Coordenador de pós-graduação (2008-2019) e Coordenador do Grupo de Pesquisas em Unidades de Conservação – GEUC/CNPq. Tem experiência na área de Geografia, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão e manejo de Unidades de Conservação; Educação; Desenvolvimento e Meio Ambiente; Ambientes Cársticos. E-mail: clanaros@yahoo.com.br.

Luciana Resende Londe – Possui doutorado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2008), com período de doutorado sanduíche na University of Edinburgh (UK), mestrado em Engenharia Agrícola (Área de Concentração Água e Solos) pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (2002), especialização em Vigilância em Saúde Ambiental - UFRJ (2014), graduação (Bacharelado e Licenciatura Plena) em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU (1997) e segunda licenciatura em Sociologia (Unitau, 2020). Trabalhou no Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) e desde 2012 é pesquisadora no CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. É Coordenadora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-CNPq) do Cemaden e orientadora no Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais - Cemaden/UNESP. E-mail: luciana.londe@cemaden.gov.br.

Roberto Serrano-Notivoli – Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Presidente del grupo de trabajo de Cambio Climático y Riesgos Naturales de la Asociación Española de Geografía. Miembro de la junta directiva de la Asociación Española de Climatología y de la Asociación Catalana de Meteorología. Coordinador del grupo de investigación en Riesgos Naturales y Cambio Global de la UAM. E-mail: roberto.serrano@uam.es.

Wellington dos Santos Figueiredo – Pós-doutorando em Comunicação (UNESP-Bauru). Doutor em Mídia e Tecnologia (UNESP-Bauru). Mestre em Comunicação (UNESP-Bauru). Bacharel e Licenciado em Geografia. Licenciado em Pedagogia. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru – SP e do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica. Professor da Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho, Cabrália Paulista - SP (Centro Paula Souza). E-mail: wellington.figueiredo@uol.com.br.

Humberto Alves Barbosa – Geoprocessador. Treinador. Fundou e coordena o Laboratório de Processamento de Imagens de Satélites (Lapis), uma das principais referências no Brasil em recepção, processamento, análise e distribuição de dados de satélites. Desde 2007, é responsável pela implantação e operação do "Sistema EUMETCast" no Brasil, uma tecnologia descentralizada de recepção de dados de satélites no Brasil, da Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT). Pós-doutor pela University of Bergen (Noruega), Ph.D. em Solo, Água e Ciências Ambientais/Sensoriamento Remoto, pela University of Arizona, Mestre em Sensoriamento Remoto, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Graduado em Meteorologia, pela Universidade Federal de Campina Grande. Criador do método "Mapa da Mina", para domínio do geoprocessamento no QGIS. É professor da graduação e pós-graduação em Meteorologia, na Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Tem se dedicado intensamente à disseminação dos dados e produtos dos satélites, via sistema EUMETCast no Brasil, por meio de treinamentos em geoprocessamento no QGIS, em colaboração com a EUMETSAT. Em 2009, ingressou no Convection Working Group (CWG), do European Severe Storms Laboratory (ESSL), atuando em missões internacionais de instalação do sistema EUMETCast e validação de dados dos satélites MSG. É autor de Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), na área de degradação das terras e desertificação. É colaborador do Programa Global Laboratory, da Universidade de Nova York - Oswego, que oferece aos estudantes de graduação e pesquisadores uma vivência imersiva para o desenvolvimento de projetos de pesquisa em laboratórios internacionais, nos campos mais promissores do estudo da ciência, tecnologia, engenharia e matemática. E-mail: barbosa33@gmail.com.

José Ignacio Prieto – Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT). E-mail: bu99zo@yahoo.es.

ENSINO DE GEOGRAFIA

e a Redução do Risco de Desastres em espaços urbanos e rurais

ISBN: 978-65-87877-33-4