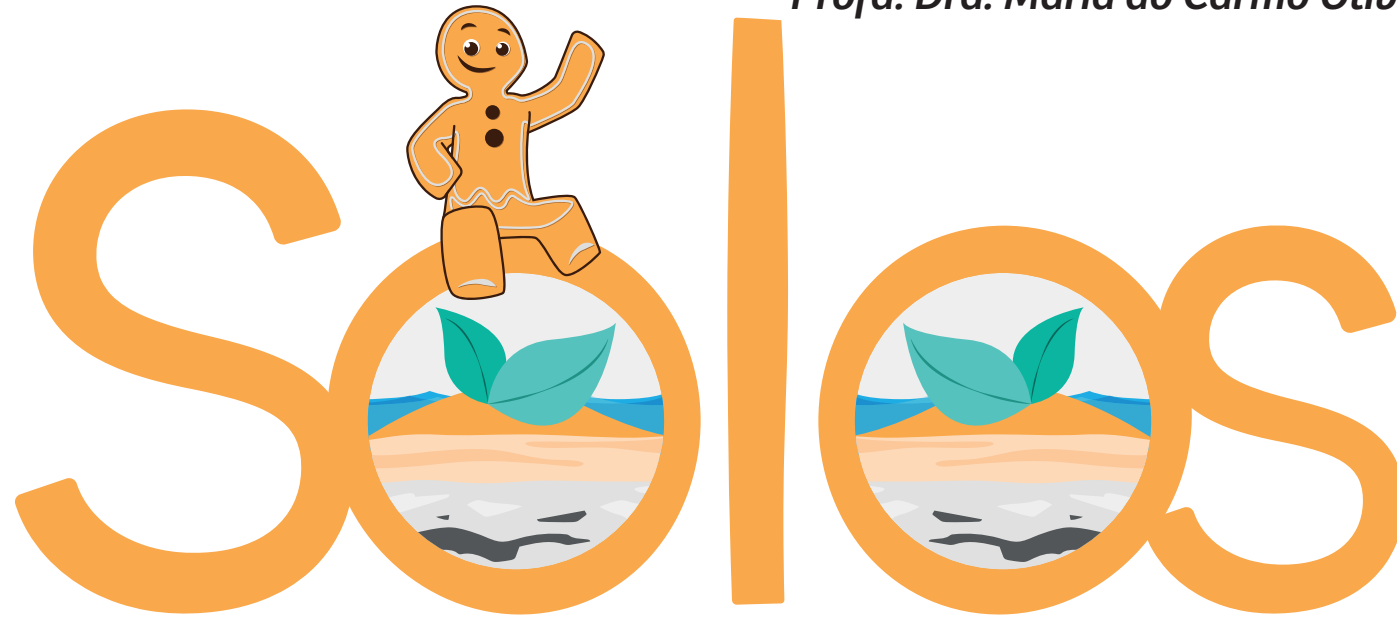


Profa. Dra. Maria do Carmo Oliveira Jorge



Conhecendo sua história



Laboratório de
Geomorfologia Ambiental
e Degradação dos Solos



UFRJ
Programa de
Pós-Graduação
em Geografia
22°51'S; 43°14'W

Copyright © 2021 Oficina de Textos

Grafia atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil desde 2009.

Conselho editorial Arthur Pinto Chaves; Cylon Gonçalves da Silva;
Doris C. C. Kowaltowski; José Galizia Tundisi;
Luis Enrique Sánchez; Paulo Helene;
Rozely Ferreira dos Santos; Teresa Gallotti Florenzano;
Aluizio Borém.

Consultores técnicos Dra. Luana Almeida Rangel
Dra. Helena Polivanov
Dr. Antonio José Teixeira Guerra

Capa, projeto gráfico e diagramação Malu Vallim
Preparação de figuras Matheus Gomes Coelho Fernandes
Preparação de textos Renata de Andrade Sangeon
Revisão de textos Ana Paula Ribeiro
Impressão e acabamento Meta Brasil

Todos os direitos reservados à Editora **Oficina de Textos**
Rua Cubatão, 798
CEP 04013-003 São Paulo SP
tel. (11) 3085 7933
www.ofitexto.com.br atend@ofitexto.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Jorge, Maria do Carmo Oliveira
Solos : conhecendo sua história / Maria do Carmo
Oliveira Jorge. -- 1. ed. -- São Paulo, SP : Oficina
de Textos, 2021. Bibliografia

ISBN 978-65-86235-38-8

1. Geologia 2. Solos - Análise 3. Solos -
Classificação 4. Solos - Composição 5. Solos -
Conservação I. Título.

21-90789

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências naturais : Estudo e ensino 507

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Prefácio

É uma grande satisfação fazer o prefácio da cartilha sobre solos elaborada pela Professora Doutora Maria do Carmo Oliveira Jorge, através da sua bolsa de Pós-Doutorado Nota 10 da FAPERJ. O trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ, onde Maria do Carmo também defendeu sua tese, em 2017. Aliás, desde o seu doutorado que Maria do Carmo vinha pensando em escrever uma cartilha sobre solos que pudesse atender a crianças e adolescentes.

A experiência que tivemos durante o seu doutorado, em que a autora defendeu a tese *Potencial geoturístico e estratégias de geoconservação em trilhas situadas na região sul do município de Ubatuba-SP*, já evidenciou a necessidade de termos uma cartilha de solos no Brasil; isso ficou comprovado porque fizemos oficinas com crianças de escola pública em Ubatuba, com direito a aulas teóricas e práticas, nas quais os alunos vivenciaram experiências para determinar textura, infiltração, pH e matéria orgânica dos solos. Tudo isso foi feito com o apoio de Dona Anne Kamiyama, proprietária do Sítio Recanto da Paz, que tem sido nossa parceira desde 2013, quando iniciamos os primeiros experimentos, bem como a coleta de amostras de solo, o monitoramento de processos erosivos e a elaboração de painéis de geodiversidade, localizados numa trilha dentro do sítio, com a visita de crianças, adolescentes, professores, turistas e moradores da comunidade que se interessam pelo tema.

Esta cartilha aborda, de forma bem didática e, ao mesmo tempo, com caráter científico, muito do que se precisa saber sobre os solos, para que tenhamos mais conhecimento e consciência de sua importância para nossa qualidade de vida na Terra.

Maria do Carmo começa explicando desde o processo de formação dos solos, determinando os elementos atuantes e mostrando a importância do material de origem, organismos, clima, relevo e tempo de formação.



Tudo muito bem ilustrado, para facilitar a compreensão de alunos e professores que vão usar esta cartilha.

A autora apresenta suas explicações de forma que os leitores possam entender, sem mistérios, a importância dos solos no meio ambiente e nas nossas vidas. Para tal, logo de início, Maria do Carmo destaca a importância de se reconhecer os horizontes que compõem os solos, bem como os perfis analisados pelos pesquisadores. Também aborda de forma muito clara os solos antropogênicos, como a Terra Preta de Índio, tão conhecida na Amazônia, e outros que foram transformados pelo homem e ocorrem em países como México e Alemanha.

O livro é todo apresentado pelo *Ginger*, que significa gengibre em inglês, e é o principal produto cultivado no Sítio Recanto da Paz, onde começou a inspiração de Maria do Carmo para escrever esta cartilha. Assim, além de deixar o texto mais atraente para os leitores, é uma forma de *conversarem* com o personagem, que explica tudo que se passa na sua história. Por exemplo, quando a autora explica a *composição dos solos*, apresenta o *Ginger* com quatro cores diferentes para caracterizar os minerais, a matéria orgânica, a água e o ar que os solos contêm, o que torna muito fácil para que as crianças e os adolescentes entendam sua composição.

Ginger acompanha o livro o tempo todo, atraindo a atenção dos leitores de forma lúdica, como quando Maria do Carmo explica o papel do cientista russo Dokuchaev, ressaltando sua importância no trabalho de campo, para melhor compreendermos a gênese e a composição dos solos.

Esta cartilha aborda praticamente tudo que os alunos precisam saber sobre o tema, como classificação, fertilidade, pH, principais solos férteis no Brasil e no mundo, bem como sua biota, destacando o papel das formigas, das bactérias e dos fungos. Além de todas essas características fundamentais, para que os alunos conheçam os solos em que pisam e que são responsáveis pela produção dos alimentos que eles e suas famílias consomem, Maria do Carmo aproveita para mostrar o papel da pesquisa científica no

conhecimento dos solos. Sem a pesquisa, é quase impossível chegar aos resultados e às conclusões que a autora tão bem apresenta na sua cartilha. Sendo assim, no final são apresentados fotos e dados sobre a importância de se conservar os solos, para que sua biodiversidade não seja perdida, o que comprometeria sua riqueza, e também sobre como identificar feições erosivas e o que fazer para impedir que elas ocorram. Os painéis que Maria do Carmo criou para auxiliar no geoturismo, na geodiversidade e na geoconservação de trilhas também são apresentados ao final desta cartilha, assim como é contada a história do *Ginger*, como ele surgiu e qual é o seu papel no ensino dos solos para as escolas de Ensino Fundamental e Ensino Médio de Ubatuba e outros municípios brasileiros. Fica fácil entender por que a FAO criou, em 2015, o *Ano Internacional do Solo*, que também é abordado nesta cartilha.

Parabéns à Professora Maria do Carmo Oliveira Jorge, caçara, nascida em Ubatuba, pelo excelente trabalho desenvolvido, e que as escolas e a sociedade como um todo aproveitem ao máximo esta cartilha de solos, inédita no Brasil e, quem sabe, no mundo.

Antonio José Teixeira Guerra

Coordenador do LAGESOLOS – Laboratório de Geomorfologia

Ambiental e Degradação dos Solos

Professor Titular do Departamento de Geografia da UFRJ

Ubatuba, 16 de julho de 2021

Apresentação

Chamo-me *Ginger* e a partir de agora vou narrar a história e a trajetória dos solos no planeta Terra. Formados há milhões de anos, os solos desempenham inúmeras funções e fornecem serviços ambientais que possibilitam a vida no nosso planeta. Estou presente no cotidiano das pessoas, direta e indiretamente, de diversas formas, mas muitas vezes não sou valorizado, por desconhecerem a minha importância.

Faço parte da base da infraestrutura humana, do habitat dos organismos, do fornecimento de materiais de construção e artísticos, desde épocas muito remotas, que podem ser vistas pela herança cultural. Também sou responsável pela produção de alimentos, fibras e combustíveis, assim como fonte de recursos energéticos e farmacêuticos. Ajudo a regular o clima e as enchentes, purifico a água e atuo na ciclagem dos nutrientes e no sequestro do carbono. Devido aos meus serviços prestados, fui reconhecido em 2015 no Ano Internacional do Solo. Sobre o meu nome, *Ginger*, vou deixar para contar essa história nas páginas finais desta cartilha. Boa leitura!



Sumário

Conceitos	11
O processo de formação.....	12
Intemperismo químico e físico	13
Elementos atuantes no processo de formação dos solos – líquens	14
Os elementos atuantes no processo de formação dos solos	15
Perfil do solo	16
Solos modificados pelo homem – solo antropogênico.....	17
Solos modificados pelo homem – as chinampas.....	18
Solos modificados pelo homem – os geoglifos	19
Solos modificados pelo homem – Terra Preta de Índio	20
Sobre o tempo e a idade dos solos.....	21
Composição dos solos.....	22
Principais constituintes minerais do solo.....	23
Granulometria	24
Textura.....	25
Textura e classe textural	26
Argilas	27
Cores	28
Porosidade	29
Os solos e os primeiros experimentos – alquimia	30
Os solos e os primeiros experimentos – laboratório	31
Os solos e os primeiros experimentos – trabalho de campo.....	32
Classificação dos solos.....	33
Os solos e os primeiros agrupamentos humanos	34
Fertilidade	35



Carbono – importância do reservatório nos solos	37
Fertilidade dos solos e pH	38
Exemplos de alguns solos conhecidos como férteis	39
Você conhece o solo por onde pisa?	41
Biota dos solos.....	42
Importância do papel das formigas nos solos.....	43
Bactérias e fungos na descontaminação e biorremediação dos solos..	44
A biodiversidade do solo é necessária para nossa saúde	45
População humana e produção de alimentos.....	46
Importância dos solos e segurança alimentar	47
Principais causas da perda da biodiversidade dos solos	48
Perda de solos causada pela erosão.....	49
Exemplos de perda de solos causada pela erosão – erosão em trilhas	50
Perda de solos causada pela erosão – ravinas.....	51
Exemplos da perda de solos causada pela erosão – voçorocas	52
Perda de solos causada pela erosão.....	53
Solos urbanos	54
Ano Internacional dos Solos – 2015	55
Ginger, sobre minha história.....	56
Ginger, sobre minha história – estação experimental	58
Ginger, sobre minha história – perfil de um solo.....	59
Ginger, sobre minha história – painéis interpretativos	60
Considerações finais	61
Bibliografia consultada.....	62
Sites	62

Conceitos

Antes de iniciar esta trajetória, gostaria de chamar a atenção sobre o conceito de solos, que se origina do latim *solum* (suporte, superfície, base). Confesso que não é uma tarefa fácil, pois vai depender do observador e de seu conhecimento e respectiva utilização.

Seu estudo constitui a base de diversos ramos da ciência, a Ciência do Solo, que se refere ao solo como um recurso natural, considerando sua formação, classificação, bem como seus atributos físicos, químicos, mineralógicos, biológicos, morfológicos, fertilidade, uso e manejo.

Para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o solo consiste em uma “coleção de corpos naturais constituídos por parte sólida, líquida e gasosa, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais”.

No senso comum, o solo é chamado de terra por muitas pessoas em seu cotidiano, porém, para o engenheiro florestal, o agrônomo e o ecólogo, o solo é visto como uma porção do ambiente condicionada por organismos vivos, assim como para o agricultor, para quem o solo é o meio necessário para o desenvolvimento das plantas. Para o geólogo, o solo é visto como o produto da alteração das rochas na superfície do planeta, assim como para se entender a sequência de eventos geológicos, como o ciclo geológico. Já para o engenheiro civil, é o material que serve como base de obras de infraestrutura, e, para o engenheiro de minas, trata-se de um material superficial que cobre os minérios e que precisa ser removido, enquanto para o engenheiro de obras serve como matéria-prima para construções de aterros, estradas etc. Para o arqueólogo, é o material necessário para suas pesquisas, por servir de registro histórico. Dessa forma, observa-se que esses conceitos servem ao propósito de cada objetivo. E para você, o que define o solo?

O processo de formação

Para entendermos a formação dos solos e a importância que eles exercem sobre a vida no planeta Terra, começo minha jornada trazendo um importante conceito sobre a **pedogênese** (pedo: solo + gênese: origem), responsável pelo processo de origem ou formação dos solos e que ocorre principalmente em razão da ação do **intemperismo**, responsável pela decomposição de uma rocha-mãe (rocha matriz) e pela sua gradativa transformação em materiais residuais e sedimentos que irão originar os solos.

Material de origem

Organismos vivos

O tempo de formação dos solos, a sua profundidade e a sua estrutura estarão relacionadas com os **elementos** atuantes nesse processo

Clima

Tempo

Relevo

Intemperismo químico e físico

É importante destacar o papel do **intemperismo** e a relação entre rocha e solos. Intemperismo é o conjunto de processos químicos, físicos, bioquímicos e biofísicos que atuam nas rochas, modificando suas características físicas e químicas, transformando-as em fragmentos menores e solubilizando alguns de seus minerais constituintes.



As fragmentações alteram o tamanho dos minerais

As dissoluções e/ou alterações químicas modificam a constituição dos minerais, produzindo argila e sais, sendo que parte desses sais pode ser retida ao redor das argilas, enquanto o restante é dissolvido e levado para o lençol freático e para cursos d'água

Elementos atuantes no processo de formação dos solos – líquens

- ▶ Os líquens provavelmente são um dos organismos mais antigos do nosso planeta.
- ▶ Na atualidade, existem aproximadamente 20 mil espécies catalogadas, que variam em forma, tamanho e hábitat.



Rocha com líquens



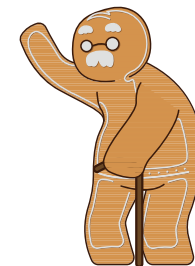
Eu não poderia deixar de falar da importância dos líquens nessa trajetória! Os **líquens** têm importância desde a formação dos solos primitivos, pois produzem uma espécie de ácido capaz de dissolver pequenas porções da rocha. Ao acelerarem o efeito de intempérie nas rochas, os líquens liberam nutrientes no solo, tornando-o mais fértil e abrindo caminho para que outras formas de vida penetrem no solo.

Os elementos atuantes no processo de formação dos solos



Tempo (0)

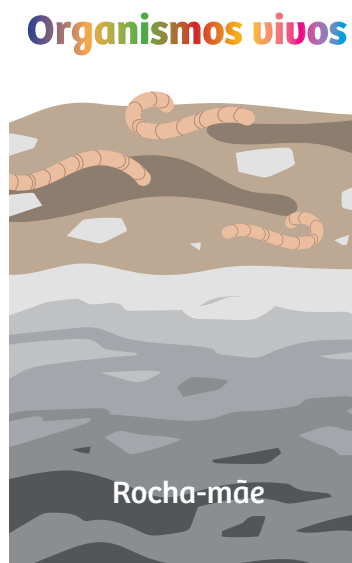
Tempo



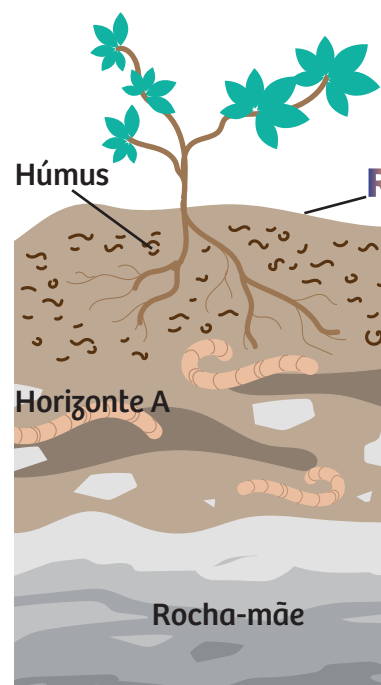
Tempo (milhões de anos)



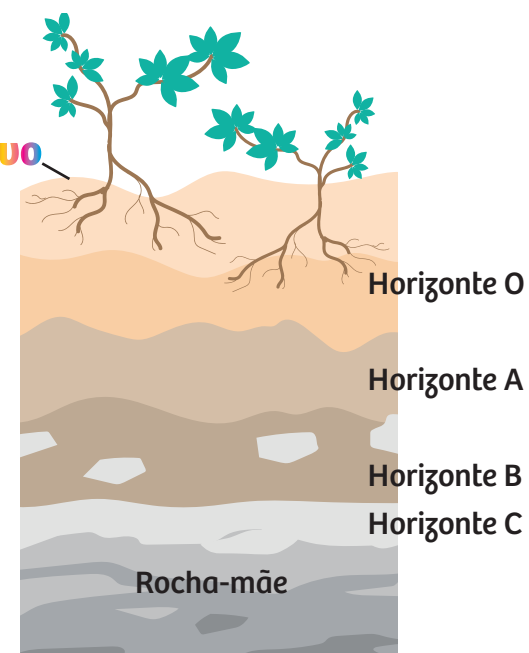
Rocha em processo de decomposição



Presença de material orgânico



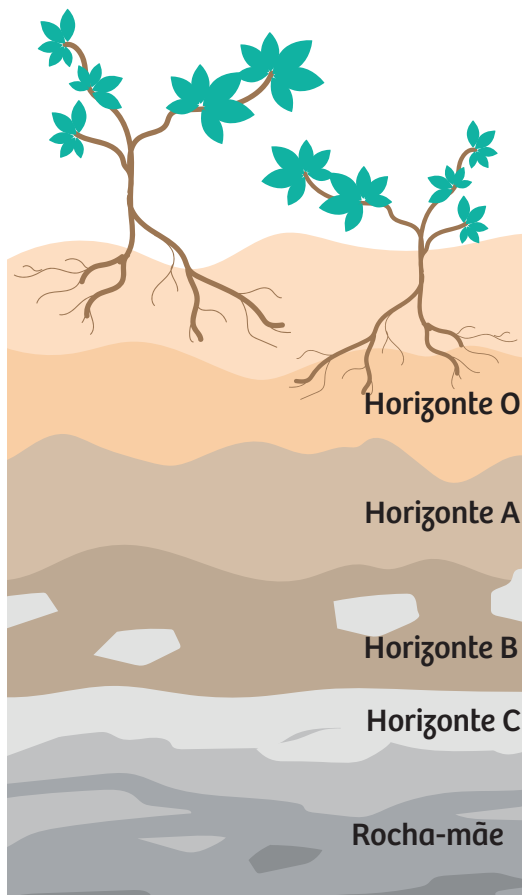
Formação inicial dos horizontes do solo



Perfil do solo

Uma característica que os solos apresentam é o desenvolvimento em diferentes camadas aproximadamente horizontais, denominadas **horizontes**. Distinguir as diferentes camadas nem sempre é tarefa fácil; alguns são mais perceptíveis aos olhos, outros nem tanto, mas é através deles que muitas informações sobre nossa história são extraídas.

O conjunto de horizontes é denominado **perfil do solo**. Esses perfis, além de serem voltados aos estudos dos solos, também têm sido usados para outras práticas, como a educação ambiental.



Solo constituído

É a camada orgânica superficial dos solos. É constituído por detritos vegetais e animais e humus acumulados na superfície. É bem visível em áreas de floresta e fácil de distinguir pela coloração escura.

É o primeiro horizonte mineral e geralmente tem cor escura, pelo acúmulo de matéria orgânica.

Composto essencialmente por frações minerais, tem baixa quantidade de matéria orgânica. É formado pela acumulação de argila e, também, de oxi-hidróxidos de ferro e alumínio.

É a zona de transição entre o solo e a sua rocha formadora, sendo chamado também de saprolito.

A rocha-mãe é o horizonte composto pelo material rochoso que não sofreu qualquer alteração física ou química relevante.

Para refletir...

Além da agricultura,
de que forma nós,
seres humanos,
podemos alterar
os solos?

Solos modificados pelo homem – solo antropogênico

Analisando todo o processo de formação e observando os perfis de solos, pesquisadores perceberam, ao longo do tempo, que alguns horizontes, camadas superficiais ou subsuperficiais continham adições de materiais orgânicos e minerais resultantes de **alterações antrópicas**.

No sistema de classificação mundial de solos, esses solos são classificados como **anthrosols** e são comumente encontrados onde a agricultura é praticada há séculos. Temos alguns exemplos conhecidos no mundo, como:

Aterros

Geoglifos

Sambaquis

Terras Pretas de Índio

Chinampas



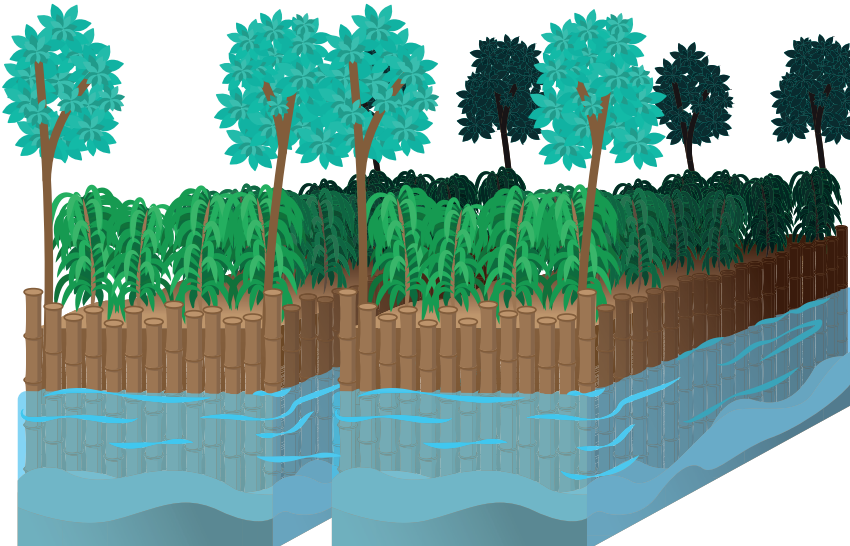
**Perfil Terra Preta de Índio com presença
de artefatos**

Foto: Wenceslau Teixeira

Solos modificados pelo homem – as chinampas

As **chinampas** (em náhuatl, *chinamitl*: muro ou cerca de juncos e *apam*: terreno plano) são ilhas artificiais criadas pelo povo Nahua, do México, na América pré-hispânica. Trata-se de um canteiro flutuante sobre áreas lacustres que constitui um dos primeiros sistemas de **agricultura sustentável**. Além de sustentável, essa tecnologia também se mostrou altamente produtiva para alimentar a maior parte da população sob domínio asteca.

A riqueza dos solos era resultante da acumulação de camadas sucessivas de diferentes materiais (lama, sedimentos e matéria orgânica) que permitiam a percolação da água, que facilitava a decomposição da matéria orgânica.



Para montar uma chinampa, os Nahuas delimitavam um espaço, formando canteiros longos e estreitos cercados com vime. Depois, preenchiam o espaço com lama, sedimentos e matéria orgânica até que ultrapassasse o nível de água. A lama do próprio lago era utilizada para preencher os canteiros. Para evitar que os canteiros fossem levados pela água, eram plantadas árvores em sua volta, de forma que as raízes impedissem o deslizamento da terra.

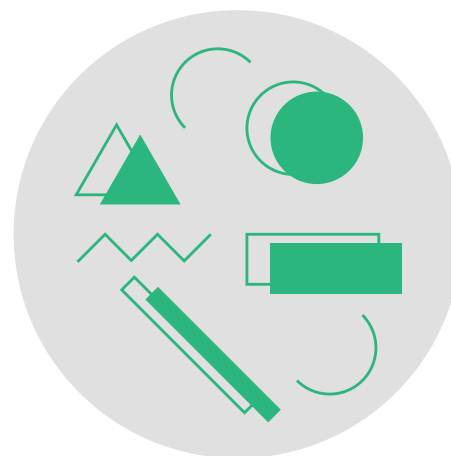
Para refletir...
Você conhece outras formas de agricultura sustentável?

Solos modificados pelo homem – os geoglifos

Geoglifos são estruturas de terras escavadas no solo, caracterizados por valas e muretas, e que variam de forma. Acredita-se que essas estruturas datam do período pré-colombiano e foram descobertos na década de 1970. A maioria dos geoglifos identificados – mais de 500 – encontra-se no Acre, mas foram encontrados em Rondônia e no sul do Amazonas.

As diferentes formas geométricas vistas nos solos são constituídas por trincheiras que variam em diâmetro, profundidade e largura. Essa arquitetura é uma verdadeira obra de engenharia, com muretas externas compostas pela deposição do solo escavado, sendo necessária a remoção de um grande volume do solo. Por causa das dimensões enormes, a visualização do tamanho e da forma dos geoglifos por inteiro, a nível do solo, só é possível através de voos.

Os geoglifos são parte do **patrimônio histórico-social** amazônico.



Geoglifos são valetas escavadas no solo, de maneira a formar desenhos geométricos que variam em formas de linhas, quadrados, círculos, hexágonos, com dimensões variadas



Exemplos de geoglifos situados no Acre
Imagem: Google Earth, 2021

Solos modificados pelo homem – Terra Preta de Índio



Perfil característico Solo Preto de Índio

Foto: Wenceslau Teixeira

A famosa denominação regional **Terra Preta de Índio** é um tipo de solo situado na região amazônica, cujas características estão relacionadas aos horizontes superficiais escuros, por conta do acúmulo de **matéria orgânica** e da elevada **fertilidade**, com disponibilidade de nutrientes como cálcio, magnésio, zinco, manganês, fósforo e carbono.

A partir de análises mais detalhadas desses solos, pesquisadores encontraram ossos, excreções humanas e animais, resíduos de alimentos e uma alta proporção de carvão. Eles concluíram que os habitantes primitivos da floresta utilizaram esses elementos para aumentar a produtividade de solos naturalmente muito pobres em nutrientes.

Estima-se que esse tipo de solo tenha sido produzido há mais de 4 mil anos, na era pré-colombiana. Os índios queimavam os resíduos orgânicos – caça, agricultura e alimentação – e depositavam a matéria carbonizada no solo. Essa terra enriquecida em carbono durante muitos séculos formou um solo fértil e profundo.



Terra Preta

Camada profunda rica em nutrientes formada por matéria orgânica, cinzas, carvão vegetal e traços de cerâmica



Solos de coloração amarelada

A maioria dos solos da região amazônica apresenta coloração amarelada e baixa fertilidade

Sobre o tempo e a idade dos solos

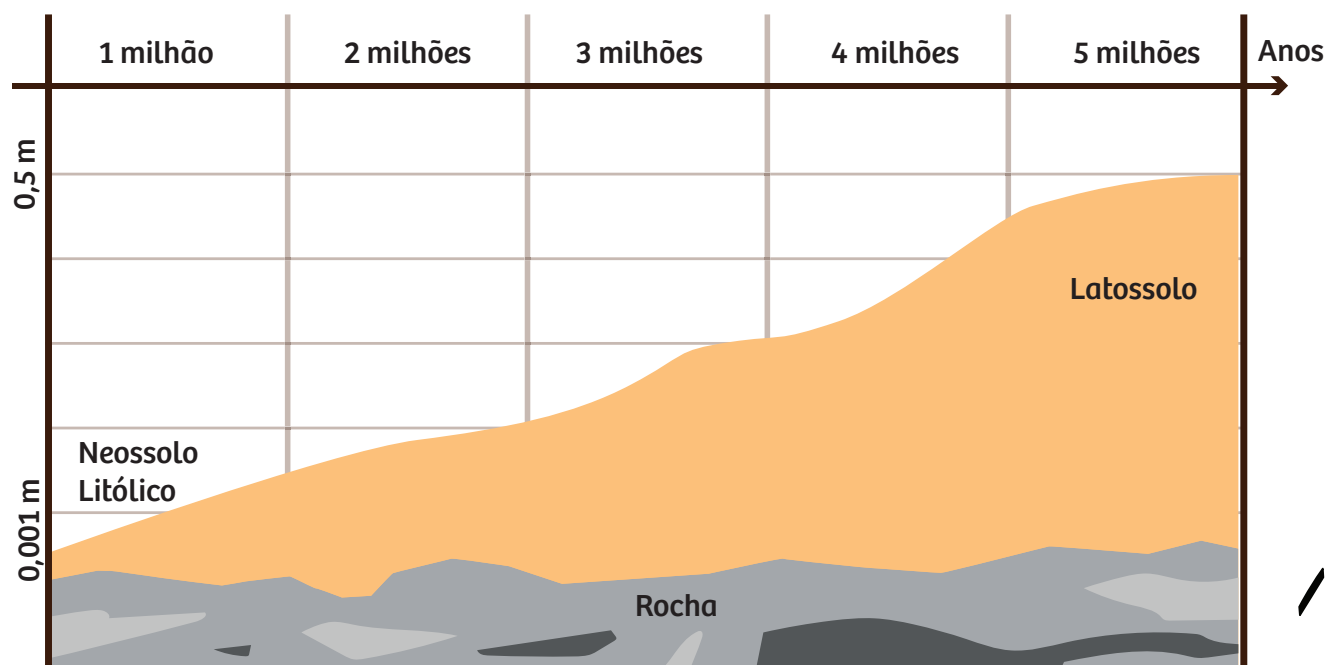
A taxa de formação dos solos está relacionada à velocidade em que o intemperismo ocorre. Dependendo do local, um centímetro de solo pode demorar entre 100 e 1.000 anos para se formar.

Tempo...

Quanto mais antigo o solo, mais desenvolvido ele tende a ser, especialmente nas condições tropicais de altas temperaturas e pluviosidade.

Idade...

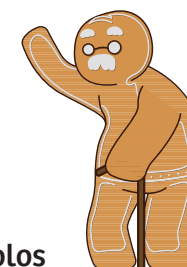
Os solos mais antigos formaram-se há cerca de cinco milhões de anos ou mesmo antes disso, porém a maior parte dos solos originou-se em período mais recente, com idades inferiores a 1,5 milhão de anos.



Neossolos Litólicos

Neossolos Litólicos e Latossolos podem ser considerados exemplos de solos extremos

Neossolos Litólicos são mais jovens na classificação brasileira, enquanto os Latossolos, ao contrário, são os mais antigos

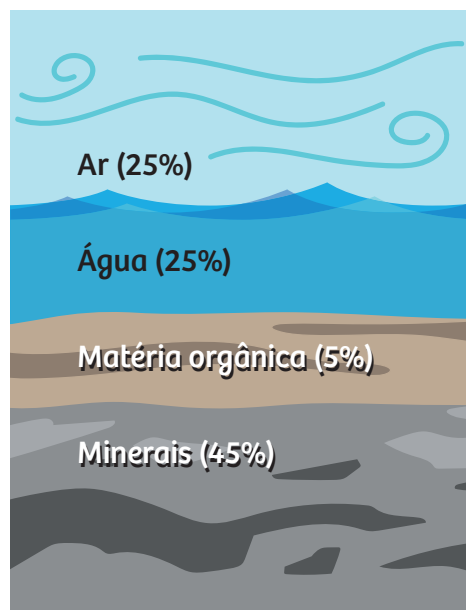


Latossolos

Composição dos solos

Solos são misturas complexas de minerais, matéria orgânica, água e ar, e mudam constantemente.

Um solo saudável terá, em média:



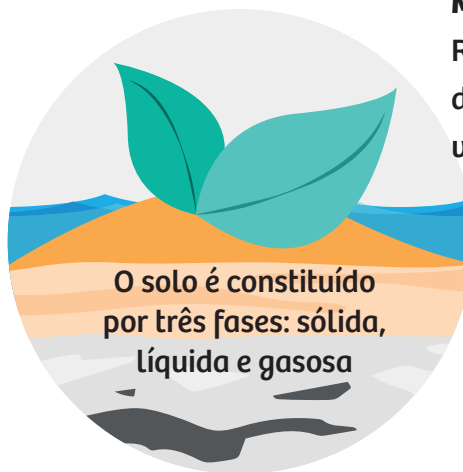
Minerais

Derivados da rocha que deram origem ao solo



Ar

Preenche os espaços vazios do ambiente em que o solo se estabelece



Matéria orgânica

Resultado da decomposição de vegetais e animais



Água

Fica retida nos poros do solo



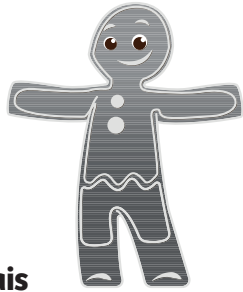
Principais constituintes minerais do solo

Os **minerais** presentes nos solos podem ser herdados ou se originar a partir dos constituintes minerais das rochas pela ação dos fatores de formação do solo, ao longo do tempo (intemperismo).

A composição mineralógica do solo irá depender dos fatores que estão associados e do grau de intemperização a que esteve submetido.

Elementos químicos encontrados em maiores quantidades nos solos





Minerais

Derivados da rocha que deram origem ao solo



Matéria orgânica
Resultado da decomposição de vegetais e animais

Granulometria

Anteriormente, vimos que os solos são constituídos por três fases: sólida, líquida e gasosa. A fase sólida é composta de uma fração mineral e uma fração orgânica. É dessa fase que iremos falar, a que envolve o tamanho das partículas (granulometria) e a textura.

Granulometria refere-se ao tamanho das partículas presentes nos solos. As dimensões das partículas de um solo variam bastante, desde partículas extremamente finas, coloidais, até cascalho com vários centímetros.

O **intemperismo físico**, que reduz a rocha a fragmentos menores, sem qualquer alteração química dos materiais, dá origem às partículas geralmente quartzosas que constituem as areias e outras frações de minerais, pedregulhos.

O **intemperismo químico** caracteriza-se pela ação de agentes, como a água, que atacam a rocha, modificando sua constituição mineralógica ou química. Minerais como feldspatos e algumas espécies de mica, presentes numa rocha submetida à intemperização química, podem se transformar em argilominerais, partículas de dimensões muito pequenas (< 2 microns) presentes nos solos argilosos e responsáveis por suas propriedades.

Você já ouviu aquele ditado “água mole em pedra dura, tanto bate até que fura”?

Classificação	Diâmetro dos grãos
Argila	menor que 0,002 mm
Silte	entre 0,002 mm e 0,06 mm
Areia	entre 0,06 mm e 2,0 mm
Cascalho	entre 2,0 mm e 60,0 mm

Escala granulométrica brasileira (ABNT)

Textura refere-se à porcentagem de areia, silte e argila em uma amostra de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA).

Para observar em campo
No campo, a textura pode ser percebida pelo manuseio de amostras. Umedecendo-se uma porção do solo, trabalha-se com ela entre os dedos atentando-se para a sensação tátil.

Textura



Solos arenosos

São aqueles em que a areia predomina, cujos grãos podem ser grossos, médios ou finos, mas todos visíveis a olho nu. Como característica principal, a areia não tem coesão, ou seja, seus grãos são facilmente separáveis uns dos outros. Solos arenosos têm grande permeabilidade, ou seja, a água circula com grande facilidade.

No material em que predomina a areia, a sensação é de uma massa áspera, com a qual não se consegue fazer pequenos rolos alongados.



Solos argilosos

Em termos de comportamento, a argila é o oposto da areia. Caracteriza-se pelos grãos microscópicos e de alta impermeabilidade. Devido à sua plasticidade e capacidade de aglutinação, o solo argiloso é usado há milhares de anos como argamassa nas construções de casas, por exemplo.

Quando há predomínio da fração argila, a sensação é de plasticidade e pegajosidade, moldando-se rolos que podem ser manuseados com facilidade, formando argolas sem que se quebrem.

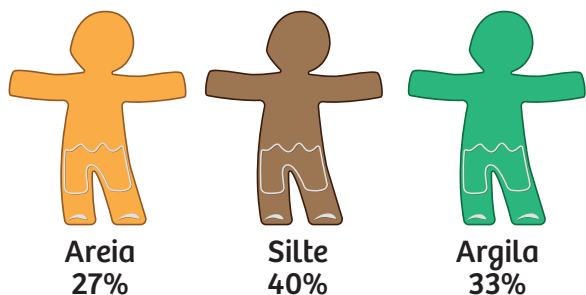


Solos siltosos

É um solo que apresenta baixa ou nenhuma plasticidade e que tem pouca resistência quando seco ao ar. O silte é facilmente transportado pela água e pode ser carregado a longas distâncias pelo ar como poeira.

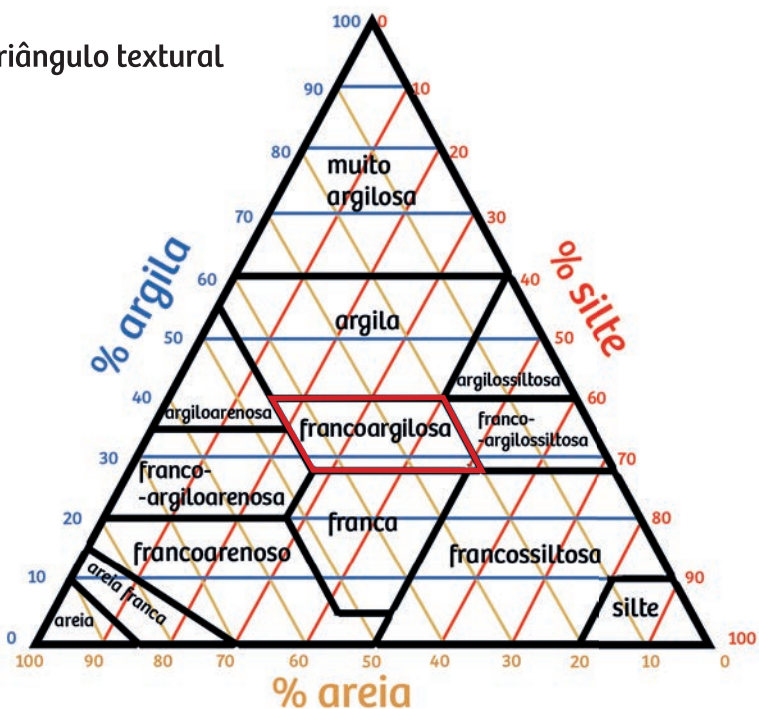
No predomínio da fração siltosa, a sensação tátil é de um material sedoso, semelhante ao talco, que pode formar rolos alongados que, no entanto, quebram-se facilmente.

Textura e classe textural



A nossa combinação resultou numa classe textural francoargilosa

Triângulo textural



Raramente se encontra um solo constituído de uma só fração granulométrica. O que ocorre é a combinação das frações areia, silte e argila, cujas proporções são determinadas pela análise granulométrica. Sabendo-se os valores das frações areia, silte e argila de uma amostra de solo, obtidas em experimentos em laboratório e colocando esses valores no triângulo textural, pode-se determinar a classe de textura do solo.

Assim, **solos arenosos**, de textura grosseira, apresentarão classe textural arenosa, areia franca e francoarenosa.

Solos francos de textura média apresentarão classe textural franco, francossiltosa e siltosa, e os de textura moderadamente fina apresentarão classe textural franco-argiloarenosa, franco-argilossiltosa e francoargilosa.

Solos argilosos, de textura fina, apresentarão classe textural argiloarenosa, argilossiltosa e argilosa e muito argilosa.

Agora é com você!
Qual é a classe textural encontrada na combinação de 27% de areia, 40% de silte e 33% de argila?

Vamos tentar outras combinações? Peça ajuda ao(a) professor(a) ou a um colega para realizar a atividade.

Argilas



Argila

As argilas possuem tamanha relevância no comportamento dos solos que existe uma área específica no estudo dos solos que trata dos argilominerais. Por conta de sua grande atividade físico-química, o uso das argilas na fabricação de artefatos é milenar e, na atualidade, seus inúmeros usos têm se estendido a setores como indústria, metalurgia e medicina.

Existem vários argilominerais, como caulinitas, ilitas, vermiculitas, cloritas e esmectitas, entre outros. No Brasil, por conta do clima tropical úmido, que favorece o intemperismo químico, a caulinita é o tipo mais comum.

Peças e utensílios de barro sempre fizeram parte da vida das pessoas e, por serem tão presentes, poucos se perguntam sobre a verdadeira origem desses utensílios. Culturas muito antigas, como as do Oriente Médio, utilizavam o barro para fazer blocos para escrita e construir casas, assim como as jarras e os potes de barro, que eram essenciais para guardar alimentos e produtos. Os chineses fabricam jarras e potes de barro desde 100 a.C., e os mais conhecidos para decoração são os da Dinastia Ming, datados do final de 1300 d.C. A cerâmica chinesa é feita de caulinita, feldspato e quartzo.

Caulinita

O nome é derivado do chinês Gao-ling, que quer dizer colina alta, da cidade de Jingdezhen, na província de Jiangxi, China. É um argilomineral formado pelo intemperismo de minerais como os feldspatos potássicos e que pouco se expande quando molhado. É utilizado na produção de cerâmicas, porcelanas, cremes dentais, medicamentos cosméticos, entre muitas outras aplicações.

Os principais mecanismos que proporcionam a diferenciação das cores são também fundamentais na gênese dos solos:

- ▶ acumulação de matéria orgânica;
- ▶ translocação de materiais;
- ▶ drenagem;
- ▶ alteração das rochas;
- ▶ ambientes oxidantes ou redutores.

Cores

Dos atributos do solo, a cor se destaca por ser a primeira característica que pode ser facilmente observada.

A cor de um solo resulta principalmente da quantidade de minerais de Fe (ferro), Mn (manganês) e matéria orgânica presentes.

Exemplos de solos e suas respectivas cores



Chernossolo



Argissolo ou Nitossolo,
antiga Terra Roxa



Latossolo Amarelo



Latossolo Vermelho

E aí, você já viu
solos de cores diferentes?
Tente se lembrar
de onde estava e como era
a paisagem.



Carta de Cores de Munsell

As cores são tão variadas que os cientistas criaram uma carta de cores para ajudar na identificação. É uma forma acessível de avaliar os tipos de solo de uma determinada área.

Porosidade



Microporos

Os microporos e macroporos estão ligados à porosidade dos solos, que é a relação entre o volume de vazios e o volume total. Tais poros estão sempre preenchidos, às vezes por água e, quando não, estão cheios de ar. A diferença entre microporos e macroporos é o seu tamanho. Macroporos são os poros maiores, nos quais é possível que a água escoe pela força da gravidade; já os microporos são os poros menores, com maior agregação dos sólidos.

Solo argiloso

Possui capacidade maior de reter água, diferentemente do solo arenoso. Como é menos permeável, a água tem maior dificuldade para passar sobre ele e por isso acaba ficando armazenada. Nesse tipo de solo existe uma grande concentração de óxidos e hidróxidos de alumínio e de ferro.



Macroporos

Solo arenoso

Possui uma textura leve e granular, sendo composto, em grande parte, por areia (70%) e, em menor parte, por argila (15%) e/ou silte (15%).

Os solos e os primeiros experimentos – alquimia

Falando da evolução do conhecimento sobre os solos, não podemos deixar de mencionar que os **alquimistas**, além de procurarem o elixir da vida eterna e da pedra filosofal, e influenciados pela ideia da existência dos quatro elementos que formam o universo – a terra, a água, o ar e o fogo –, também demonstraram interesse na busca pelo entendimento do espírito da vegetação, como o que faziam as plantas crescerem.

Van Helmont (1580-1664)

De origem belga, fez experimentos com uma estaca de salgueiro, que cultivou durante cinco anos num vaso contendo somente solo e água da chuva. Concluiu que toda matéria vegetal era originária imediata e materialmente da água do solo.

James Woodward (1665-1728)

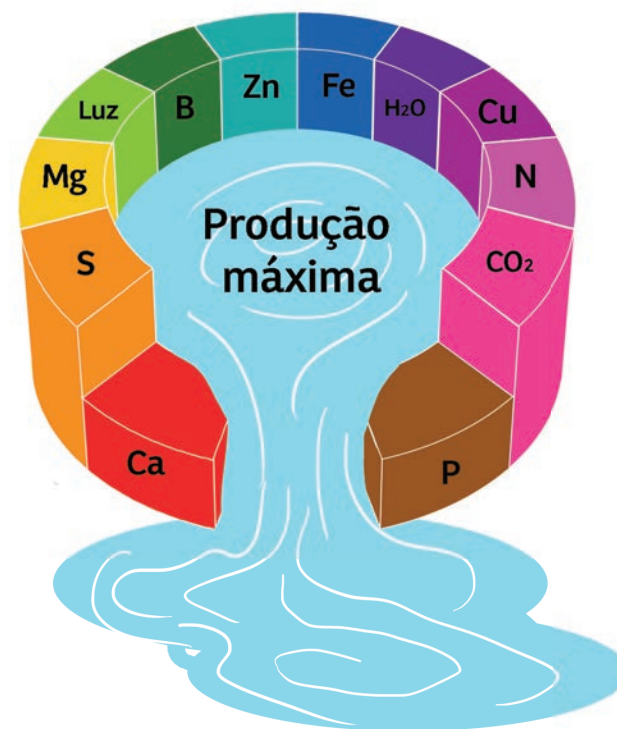
Em contrapartida, o naturalista inglês James Woodward queria verificar se a água cumpria esse papel decisivo. Colocou ervilhas em frascos contendo água da chuva, água do rio Tâmisa e água de uma poça lamacenta de seu jardim. As ervilhas não se desenvolveram bem na água da chuva, mas tiveram bom desenvolvimento nas demais águas; assim, concluiu que o espírito da vegetação deveria ser a terra.

Os solos e os primeiros experimentos – laboratório

O químico alemão Justus von Liebig (1803-1873) e sua equipe trabalharam com experimentos de como as plantas se nutriam de solos, e suas descobertas impactaram o meio científico, pois o pensamento até então sobre nutrição de plantas se apoiava na teoria do húmus, segundo a qual as plantas nutriam-se do húmus, e não dos sais. Suas pesquisas popularizaram a teoria dos minerais e quebraram paradigmas na nutrição vegetal.

Seu legado e contribuição para os estudos de fertilidade dos solos foi muito importante, num momento em que ocorria aumento muito grande da população e da necessidade de alimentos. Von Liebig é considerado o **pai da agricultura moderna**.

A teoria da lei do mínimo mostrou a importância dos nutrientes, afirmando que o crescimento das plantas não é determinado pelo total de nutrientes à disposição, mas limitado por aquele que estiver menos disponível.



Se o elemento químico mínimo for o potássio, a produtividade da planta não será maior, mesmo se a quantidade dos demais elementos nutrientes for aumentada. Somente com a aplicação do potássio é que haverá possibilidade de respostas dos demais nutrientes.



Os solos e os primeiros experimentos – trabalho de campo

Como vimos, experimentos em laboratórios foram eficientes e revolucionaram o pensamento sobre solos, fertilidade e sua relação com as plantas, mas um outro cientista viria mudar os rumos das pesquisas sobre solos. Sua inovação foi a observação dos solos no campo em questões relacionadas à sua gênese e formação, análises que iriam além das funções agrícolas. Vasily Dokuchaev, geógrafo russo, desenvolveu as bases desses estudos e é considerado o pai da Ciência do Solo.

Suas observações vieram de estudos realizados a propósito de uma grande seca ocorrida nas estepes na Ucrânia, de clima frio e relativamente seco, e em florestas da taiga, região de Gorki, na Rússia, local de clima mais quente e úmido.

Comparando os solos das duas áreas, o geógrafo identificou diferenças, mesmo quando esses solos eram desenvolvidos sobre rochas idênticas, e destacou a importância do clima. Também observou diferenças entre os solos ao descrever uma sucessão de camadas quase horizontais da superfície até a rocha subjacente, e a essas camadas denominou horizontes. A partir dessas análises, as variações geográficas dos solos passaram a ser entendidas como a relação entre fatores geológicos, climáticos, topográficos e tempo. *Chernozem* é um tipo de solo que foi muito estudado por Dokuchaev.

Atividade coletiva:

Converse com seu(sua) professor(a) e colegas e elabore um roteiro de trabalho de campo próximo à escola para observar diferentes tipos de solo.



Vasily Dokuchaev (1846-1903)

Foto: Michael Fullen

Classificação dos solos

Vimos, dessa forma, que as pesquisas sobre solos evoluíram muito, e com todas as informações obtidas a partir de dados no laboratório e no campo foi possível chegar à classificação dos solos, que se deve à diversidade de tipos de solos existentes no mundo, cada qual com suas características próprias.

Para se realizar a classificação de um solo é necessária uma avaliação a partir de dados físicos, químicos, morfológicos, biológicos e mineralógicos de cada horizonte do perfil que o representa, assim como as características do local do perfil, como clima, vegetação, relevo, rocha matriz, condições hídricas e características externas ao solo e relações solo-paisagem.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, da EMBRAPA, o Brasil possui 13 classes de solos.

ARGISSOLOS

CAMBISSOLOS

CHERNOSSOLOS

ESPODOSSOLOS

GLEISSOLOS

LATOSSOLOS

LUVISSOLOS

NEOSSOLOS

NITOSSOLOS

ORGANOSSOLOS

PLANOSSOLOS

PLINTOSSOLOS

VERTISSOLOS

Vimos que os solos possuem nomes; os Neossolos, por exemplo, contêm o prefixo “neo”, que deriva da língua grega e significa “novo”.

Os Neossolos, portanto, são solos jovens, ou seja, em estágio inicial de desenvolvimento e geralmente pouco profundos.



Os solos e os primeiros agrupamentos humanos

Sobre os solos e a relação com a produção de alimentos, voltemos aos primeiros agrupamentos humanos, formados por caçadores e coletores, que sobreviviam da caça e da coleta de vegetais e não tinham nenhum conhecimento sobre solos e produção de alimentos.

Porém, à medida que aprenderam a domesticar animais e plantas, deixaram de ser nômades e passaram a se fixar em um território e a formar aldeias. Essa transição de estilo de vida data do período Neolítico, cerca de 10.000 a.C., e é conhecido como a primeira **revolução agrícola**.

O uso do arado puxado por animais e de novas técnicas de adubação e irrigação do solo possibilitou o aumento da produção de alimentos e, concomitantemente, do entendimento da qualidade e importância dos solos na organização da sociedade.

Ao longo da história, percebemos que as transformações de pequenas aldeias para grandes cidades tiveram relação com solos férteis. Às margens de rios que pudessem fornecer água potável e irrigar lavouras, temos muitos exemplos de cidades, como as que se desenvolveram nos vales dos rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia (região que hoje abriga Síria, Iraque e Egito), e às margens do rio Nilo, formando o chamado Crescente Fértil. Assim, podemos dizer que as primeiras civilizações são caracterizadas pelo modo de produção e desenvolvimento da agricultura irrigada nas terras cultiváveis, à margem dos grandes rios, como o rio Amarelo, na China, e na planície Indo-Ganges, hoje Paquistão, Índia e Bangladesh.

Fertilidade

Qual é a importância da fertilidade dos solos para a nossa sobrevivência?

A história nos mostra que grandes civilizações se desenvolveram nas margens de rios importantes; ter solos férteis e que pudessem prover segurança alimentar à população sempre foi uma preocupação da sociedade. Um solo **fértil** é um solo com grande capacidade de fornecer nutrientes para as plantas e, conseqüentemente, estar apto à produção de alimentos.

Cada solo tem uma capacidade diferente de fornecer nutrientes para as plantas, em função de suas características químicas, físicas e biológicas. Vários elementos químicos são necessários para a nutrição das plantas e para que se desenvolvam, e a maior parte deles é fornecida pelo solo.

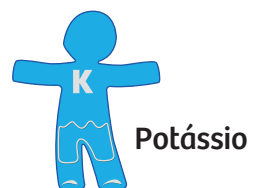
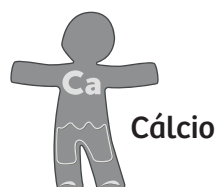
Elementos químicos essenciais às plantas

Macronutrientes

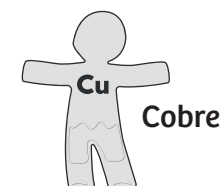
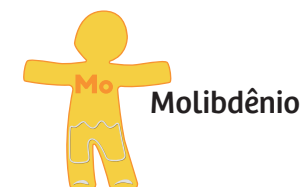
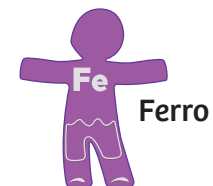
Extraídos do ar na forma de gás carbônico e água

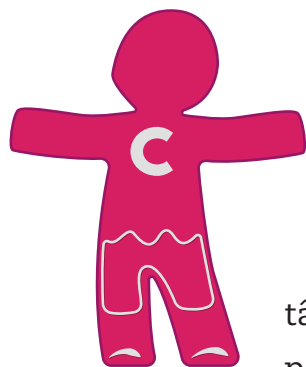


Extraídos do solo



Micronutrientes





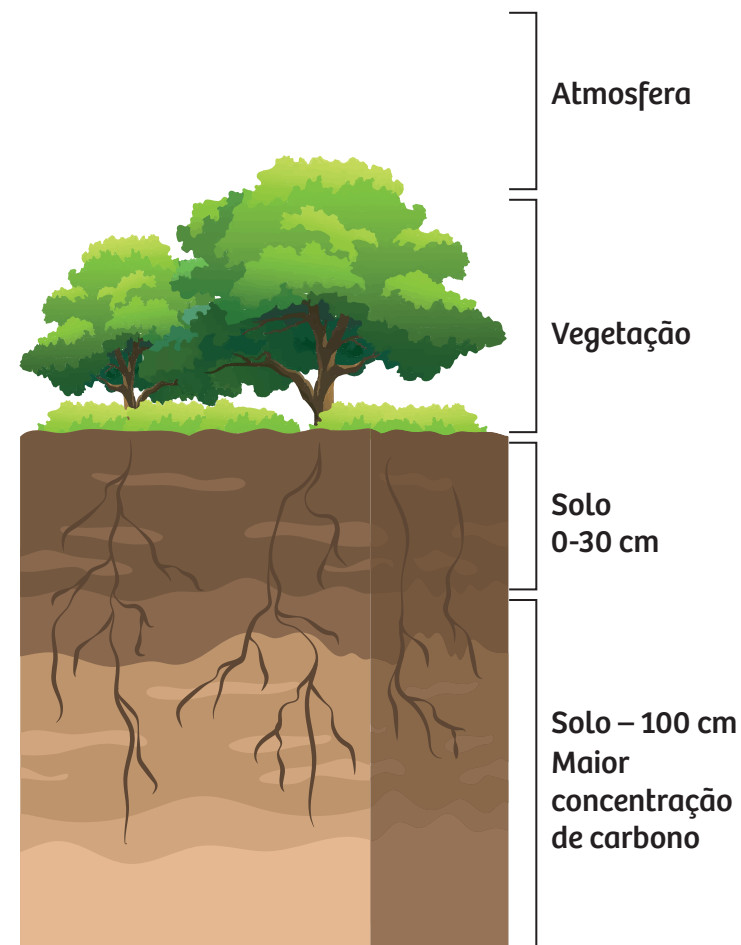
Carbono – importância do reservatório nos solos

Sobre os elementos químicos dos solos, destaco a importância do carbono orgânico do solo, que tem sido a chave para a mitigação de mudanças climáticas, tanto que, em 2017, houve um encontro científico, o Simpósio Global sobre Carbono Orgânico do Solo, organizado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

O Simpósio teve como objetivo revisar o papel dos solos e do carbono orgânico dos solos, como a preservação do carbono orgânico do solo, além de dar suporte ao relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e a outros painéis intergovernamentais, bem como aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A Rede Internacional de Solos Pretos (*Black Soil*) foi lançada nesse Simpósio, também visando apoiar a manutenção de estoques de carbono orgânico dos solos produtivos do mundo e colaborar com esse propósito.

O reservatório de carbono nos solos é formado diretamente pela biota e matéria orgânica do solo.



Fertilidade dos solos e pH

O pH do solo é a medida da acidez de uma solução aquosa formada com uma amostra do solo. Ele é importante porque influencia o crescimento dos vegetais e, na agricultura, pode interferir na sua produtividade.

É importante saber se o solo é ácido ou básico porque é fator determinante para o desenvolvimento de determinadas plantas.

Um solo muito ácido gera problemas de nutrientes para a maioria das plantas. Porém, algumas requerem um solo ácido para se desenvolver, como a mandioca e a erva-mate.

Existem vários fatores que podem interferir no pH do solo, como as rochas, a matéria orgânica, o clima e os organismos presentes nos solos.

No Brasil, a maioria dos solos é considerada fortemente ácida (pH entre 4,5 e 5,5).

Escala de pH



A escala de pH, na temperatura de 25 °C, varia de 0 a 14. A solução será ácida se os valores de pH forem menores que 7,0; neutra se o pH for igual a 7,0; e básica se o pH for maior do que 7,0.

Geralmente, no caso dos solos, o pH varia entre 3,0 e 9,0.

Exemplos de alguns solos conhecidos como férteis

Fertilidade é a capacidade do solo de fornecer nutrientes para as plantas, lembrando que estamos falando da fertilidade decorrente do processo de formação do solo: material de origem + ambiente + organismos + tempo, pois, com o uso inadequado, sem práticas conservacionistas, mesmo solos conhecidos pela fertilidade natural já apresentam empobrecimento em determinadas áreas, tornando-se inférteis.



Chernossolo

Considerado o solo mais fértil do mundo, caracteriza-se por ser escuro, rico em matéria orgânica e alto teor de cálcio, sendo classificado em função do seu horizonte A. O horizonte A é bem profundo e apresenta uma coloração mais escura, devido ao grande acúmulo de matéria orgânica, principalmente húmus, que garante ao solo uma alta fertilidade. Encontra-se presente nas estepes da Ucrânia, na Europa Central, nas pradarias do Canadá e dos Estados Unidos, nos pampas argentinos e em pequenas manchas do território brasileiro.



Argissolo ou Nitossolo – antiga Terra Roxa

É um tipo de solo de cor avermelhada muito fértil. O nome “terra roxa” surgiu por causa de imigrantes vindos da Itália, que vieram ao Brasil para trabalhar em lavouras de café. Eles chamavam a terra de “rossa”, que significa “vermelha”, em italiano. A palavra era entendida como “roxa” entre os brasileiros. Ocorre em parte do Rio Grande do Sul, nas porções ocidentais de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, sul e sudoeste de Minas Gerais, além do sul e leste de Mato Grosso do Sul. Também existe na Argentina.

Loess

Forma-se a partir do acúmulo de sedimentos, depositados pelo vento. Possui coloração amarelada, que se deve à presença de óxido de ferro. É encontrado em parte da Europa (França e Países Baixos), em planícies fluviais e glaciais, nos pampas argentinos e uruguaios e principalmente na China.



Massapê

É um tipo de solo de cor bem escura, quase preta, encontrado na região litorânea do Nordeste brasileiro. É muito fértil e tem, em sua composição, elevada porcentagem de argila. Uma característica desse tipo de solo é que, na época de chuvas, o massapê apresenta consistência pegajosa e, no período de seca, enrijece.



Você conhece o solo por onde pisa?

Os solos são cruciais para a vida na Terra, com grande influência sobre o meio ambiente, a economia, a alimentação e a base para os assentamentos humanos.

Os serviços dos ecossistemas prestados pela biodiversidade do solo são o de suporte na decomposição, ciclagem de nutrientes, formação do solo e da água; de regulação do clima, da água, das doenças, das pragas, da erosão; de provisão de alimentos, combustíveis, madeiras, remédios e recursos energéticos, além do cultural, estético, espiritual, educacional e recreativo.

Mesmo sendo essenciais para a vida no planeta, muitas vezes os solos passam despercebidos em suas funções. Uma simples caminhada por uma trilha pode ser um excelente exercício de observação e reflexão sobre os solos à nossa volta e sob os nossos pés.

Os solos são o habitat de grande parte da biodiversidade (diversidade biológica) na superfície terrestre, equivalente a mais ou menos $\frac{1}{4}$ da biodiversidade global.



Trilha Sítio Lama Mole – Ubatuba-SP



Biota dos solos

Mas como é composta a biodiversidade dos solos, também conhecida como biota dos solos?

Os **engenheiros químicos** são formados por micro-organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica vegetal em nutrientes disponíveis para plantas e animais.

Os **reguladores biológicos** representam uma variedade de pequenos invertebrados, como nematoides e ácaros, que regulam a dinâmica do solo no espaço e tempo.

Os **engenheiros do ecossistema**, formados pelas minhocas, formigas e cupins, manipulam, ingerem e excretam material do solo, formando microagregados e construindo poros. Ajudam na infiltração e distribuição de água no solo, através da criação de agregados e espaços porosos.

A biota do solo pode ser dividida em micro, meso e macro-organismos, tanto de fauna como flora, e a quantidade desses grupos de organismos irá variar em função de características edáficas e climáticas específicas de cada ambiente. Também podemos chamá-los de reguladores biológicos, engenheiros químicos e engenheiros do ecossistema.

Importância do papel das formigas nos solos

Sobre os **engenheiros do ecossistema**, eu não poderia deixar de destacar o papel desempenhado pelas formigas. As formigas representam a maior população de insetos do planeta; existem cerca de 13.000 espécies. Possuem papel fundamental nos ecossistemas, pois desempenham uma função essencial de regeneração. Servem de alimento para diversos animais; acumulam a função de serem disseminadoras de sementes, controlarem a produção de alguns insetos e reduzem pragas em ambientes urbanos. Nos solos, ao fazer os ninhos, deixa-os ricos em matéria orgânica e férteis para o plantio.



As formigas vivem em colônias muito bem organizadas, e cada indivíduo tem uma função específica. Para manter tudo em ordem, elas trabalham incessantemente. A população dos formigueiros é dividida em castas, organizadas em torno de uma rainha, que passa a vida colocando ovos que darão origem aos seus súditos.

Entre as espécies conhecidas, as saúvas (gênero *Atta*) e as quenquéns (gênero *Acromyrmex*) formam as sociedades mais evoluídas.

Bactérias e fungos na descontaminação e biorremediação dos solos

Lembram-se dos organismos chamados de **engenheiros químicos**? Entre tantas outras funções, chamo atenção sobre a importância do papel na biorremediação dos solos.

A biorremediação (bio: vida + remediação: ação de remediar) é entendida como um processo que envolve degradação de produtos tóxicos, transformando-os em produtos não tóxicos. Ao acumularem poluentes em seus corpos, os fungos e as bactérias os transformam em moléculas menores não tóxicas. É uma opção de baixo custo, capaz de destruir uma ampla variedade de poluentes sem deixar resíduos tóxicos.

Esse processo biológico pode regenerar os ecossistemas originais de forma equilibrada.

Onde se aplica biorremediação?

- ☐ Acidentes com derramamento de petróleo
- ☐ Tratamento de resíduos
- ☐ Remoção e/ou recuperação de metais pesados
- ☐ Degradação de compostos químicos

Quais são as situações comuns de desastres ambientais ocasionados por atividades humanas?

- ☐ Derramamento de petróleo no mar ou em rios
- ☐ Vazamentos em postos de combustíveis que atingem o lençol freático
- ☐ Contaminação dos solos e das águas por substâncias tóxicas
- ☐ Ocorrência de esgotos e lixões



A biodiversidade do solo é necessária para nossa saúde

Sabemos que os fungos e as bactérias são habitantes naturais dos solos e podem atuar de forma benéfica, ou não, ao cultivo. Também foi descoberto que fungos podem ser benéficos à nossa saúde.

Um exemplo é uma substância contida nos solos, a rapamicina. Ao analisar amostras da bactéria *Streptomyces hygroscopicus* encontradas no solo da Ilha de Páscoa, pesquisadores isolaram um composto que batizaram de rapamicina (em homenagem ao nome antigo da ilha, chamada de Rapa Nui).

Essa substância inaugurou uma nova era para pacientes submetidos a transplante de órgão, pois trata-se de um imunossupressor que ajuda a prevenir a rejeição aos órgãos transplantados, além de inibir o crescimento de alguns tumores.

As pesquisas científicas sobre a rapamicina se iniciaram a partir de observações de pesquisadores ao notarem que os nativos da Ilha de Páscoa não sofriam de tétano, embora caminhassem descalços em uma terra em condições propícias para infecção.



Ilha de Páscoa, Chile



Onde a comida começa

População humana e produção de alimentos

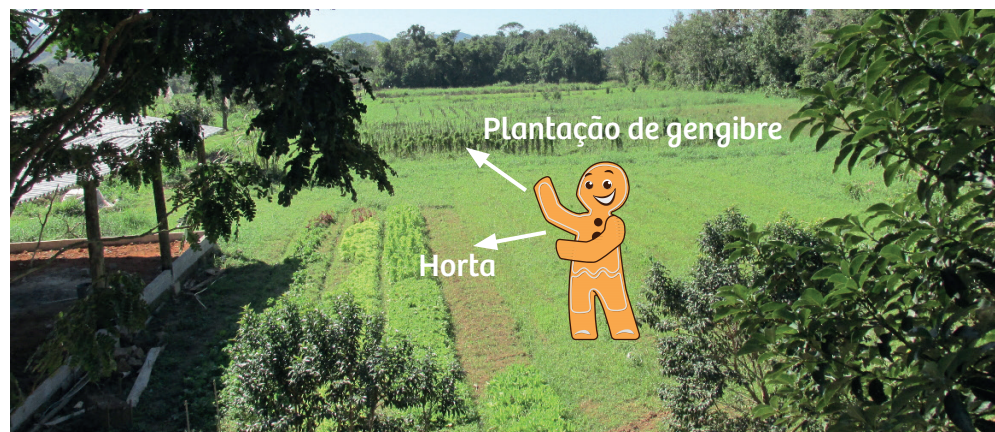
A história nos mostra que, no ano 10 mil a.C., a população estimada da Terra era de 1 milhão de pessoas; porém, com o advento das técnicas de plantio, atingiu 170 milhões no ano 1 d.C.

A população seguiu crescendo e alcançou a marca de 1 bilhão de pessoas em 1800. Com o passar do tempo e as evoluções científicas e tecnológicas, a população mundial continuou aumentando, chegando a 7 bilhões em 2011 e, em julho de 2021, a 7,9 bilhões. A estimativa é que o planeta chegue a 11 bilhões de pessoas em 2100.

Os solos são essenciais para os sistemas alimentares. Solos saudáveis permitem um cultivo rico, com variedade de vegetais e plantas necessários para uma boa nutrição humana.

Teremos solos saudáveis e produção de alimentos suficientes para toda a população no mundo?

Plantação de gengibre orgânico e horta no Sítio Recanto da Paz em Ubatuba-SP



Importância dos solos e segurança alimentar

O dia 5 de dezembro foi instituído pela Assembleia Geral das Nações Unidas como o Dia Mundial do Solo, através da Resolução nº 68/232, de 20 de dezembro de 2013. A base do documento é formada pelos seguintes princípios:

“A necessidade urgente, em todos os níveis, de aumentar a consciencialização e a promoção da sustentabilidade dos recursos limitados de solo, utilizando a melhor informação científica disponível e tomando como base todas as dimensões do desenvolvimento sustentável.”

O solo é um recurso finito, limitado e não renovável, em face das suas taxas de degradação potencialmente rápidas. Precisamos urgentemente de medidas que promovam a conscientização sobre sua importância, bem como segurança alimentar.

“A sustentabilidade dos solos é fundamental para enfrentar as pressões de uma população em crescimento, e, assim, a gestão sustentável pode contribuir para solos saudáveis para a segurança da produção de alimento a nível mundial e para os ecossistemas estáveis e sua utilização de forma sustentável.”

“A boa gestão dos solos tem importância econômica e social determinante para a biodiversidade, agricultura sustentável e segurança alimentar, erradicação da pobreza, capacitação das mulheres, combate às alterações climáticas, melhoria da disponibilidade de água, salientando que a desertificação, a degradação dos solos e a seca são desafios de dimensão mundial, que continuam a representar sérios entraves para o desenvolvimento sustentável de todos os países, em especial os países em desenvolvimento.”

“Os solos são fundamentais para a sustentação da vida na Terra, pois constituem a base para o desenvolvimento agrícola, as funções dos ecossistemas essenciais e a segurança alimentar.”



Principais causas da perda da biodiversidade dos solos



Agricultura



Desertificação



Compactação dos solos



Mudança no uso da terra



Impermeabilização



Pecuária

Apesar da importância de cada organismo vivo, observamos um crescente aumento na destruição da biodiversidade.

As causas são as mais variadas, porém, na maioria das vezes, o homem apresenta grande influência no processo.



Poluição



Salinização



Erosão dos solos



Mudança climática



Queimadas

Você consegue pensar em outros impactos que podem causar perda de biodiversidade dos solos? De que forma podemos reduzir esses impactos?



Perda de solos causada pela erosão

"Pare a erosão do solo, salve nosso futuro."



A FAO alerta para o aumento da degradação dos solos, a nível mundial, devido às práticas inadequadas de manuseio da terra, com aproximadamente 33% dos solos globais degradados.

Relatórios da FAO apontam que a degradação do solo afeta pelo menos 3,2 bilhões de pessoas, ou 40% da população mundial. Além disso, a FAO afirma que o manejo sustentável do solo é vital para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

"Mantenha o solo vivo, proteja a biodiversidade do solo."



Seres humanos "dependem e continuarão a depender dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos solos."



Vimos que o processo de formação dos solos é muito lento, porém, a cada 5 segundos, o mundo perde uma quantidade de solo equivalente a um campo de futebol. Essa perda dos solos ano a ano criou um alerta da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), assim como foi criado o Dia Internacional dos Solos em 2015.



Exemplos de perda de solos causada pela erosão – erosão em trilhas

Antes de falarmos sobre os tipos de erosão, é importante enfatizar a erosão enquanto processo natural.

A erosão do solo é um processo em que partículas são transportadas para outro local, por meio da ação de algum agente, como a água e o vento. Trata-se de um processo natural e que ocorre mesmo em áreas planas, tanto que a própria formação do solo e das paisagens que conhecemos hoje em dia foi e continua sendo oriunda de uma série de fatores que incluem a erosão do solo. Entretanto, as atividades antrópicas, ou seja, desenvolvidas por nós, têm o potencial de acelerar os processos erosivos em níveis cada vez mais preocupantes.

A primeira fase da ocorrência da erosão do solo é a desagregação proporcionada pelo impacto da gota de água da chuva, processo que é intensificado em solos sem cobertura vegetal.

Durante as chuvas, se a sua intensidade superar a velocidade de infiltração de água no solo, ocorre o escoamento superficial, que acabará transportando grandes quantidades de partículas de solo em suspensão.

Exemplos de processos erosivos em trilhas



a. Erosão

Exemplo de incisão no leito da trilha formado por escoamento superficial na trilha



b. Erosão em ravinas

Exemplo de quando a água se concentra em incisões lineares e provoca formação de ravinas

Perda de solos causada pela erosão – ravinas

Com relação às ravinas, é muito comum, nesse processo de erosão, ocorrer o que chamamos de rede de ravinas. Abaixo temos dois exemplos, um acontecendo numa região fria, de clima temperado, e o outro numa região quente e de clima tropical.



Rede de ravinas na região das Highlands, na Escócia. Um fator limitante para a formação de voçorocas nessas encostas é o fato de os solos serem muito rasos

Foto: Maria do Carmo Oliveira Jorge



Rede de ravinas em talude, em corte de estrada, no município de Açailândia, no Estado do Maranhão

Foto: Antonio Jose Teixeira Guerra

Exemplos da perda de solos causada pela erosão – voçorocas



Um outro tipo de erosão dos solos é denominado voçoroca, que é um estágio mais avançado do processo erosivo e pode se formar pelo aprofundamento e alargamento das ravinas e/ou por escoamento subsuperficial.

O aparecimento de voçorocas, atualmente, está muito ligado à interferência antrópica, quer pela expansão horizontal do espaço rural e/ou urbano, quer pelo manejo inadequado em determinadas áreas.

Nas últimas décadas, a degradação do solo por meio da erosão tem causado transtornos às populações localizadas, tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas.

**Voçoroca em
área urbana,
São Luís-MA**

Foto: Fernando
Bezerra, 2004



**Voçoroca em
área rural,
Rio Claro-RJ**

Foto: Fabrício
Garritano, 2019



Perda de solos causada pela erosão

Várias são as propriedades do solo que afetam a erosão, sendo que essas propriedades não são estáticas, pois evoluem no tempo e no espaço, transformando alguns solos mais suscetíveis aos processos erosivos.

Embora a olho nu possamos observar algumas características dos solos, é somente com análises laboratoriais que podemos chegar a dados e parâmetros que poderão mostrar se um determinado tipo de solo está saudável ou não.

Propriedades dos solos

Textura

Estabilidade dos agregados

Densidade dos solos

Teor de matéria orgânica

Porosidade

pH



Solo com estrutura preservada, poroso, permeável ao ar, água e raízes

Solo com estrutura degradada deficiente em porosidade, compactado, com baixa permeabilidade ao ar, água e raízes

Solos urbanos



Nas cidades, os solos são produzidos pelo processo de urbanização. Grande parte dos solos das áreas urbanas já sofreu modificações, que resultaram em muitas formas de degradação

Devido ao rápido processo de urbanização, é recorrente a remoção do solo superficial para instalar fundações das construções que ali irão se erguer. Processos de asfaltamento, calçamento de ruas e calçadas, construções, cimentação de quintais e jardins etc. são exemplos de impermeabilização do solo, que impede que a água seja absorvida.

A impermeabilização proporciona um forte impacto no solo e diminui as suas funções, pois consiste na perda da capacidade de absorção da água pelo solo. Em termos práticos e de forma direta, é o que acontece quando uma região com solo e vegetação dá lugar ao cimento e outras formas de cobertura utilizadas em construções, e que são comuns nos centros urbanos.

Nas cidades, de modo geral, é importante que canteiros, praças, jardins e outras áreas de vegetação, como árvores e arbustos nas calçadas, sejam mantidos.

Você consegue observar as mudanças que ocorrem nos solos urbanos e quais são os possíveis impactos para o ambiente e para as pessoas?

Ano Internacional dos Solos – 2015

A declaração do Ano Internacional dos Solos é um ponto de partida e mostra o grande desafio para a sociedade e a futura Agenda 2030, sobre sustentabilidade.

Para tornar nosso planeta mais sustentável, atitudes devem ser tomadas por governantes pensando que os recursos renováveis são finitos e podem se esgotar em longo prazo, como os solos.

A sociedade deve ser mobilizada para a importância dos solos como parte fundamental do meio ambiente e sobre os perigos que envolvem a sua degradação em todo o mundo.

Devem-se destacar os benefícios dos solos para a sociedade, que envolvem a segurança alimentar e a redução da pobreza.

É preciso inverter a atual taxa de degradação decorrente do crescimento das cidades, do desmatamento, do uso inadequado e da falta de práticas de gestão, assim como da poluição, do sobrepastoreio e das mudanças climáticas.



Declaração do Ano Internacional dos Solos realizada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO)

Ginger, sobre minha história



Vista a partir do belvedere do sítio. O tracejado em laranja é o local da plantação de gengibre e onde são realizadas as atividades experimentais



Plantação de gengibre

Minha história tem relação com o Sítio Gengibre de Ubatuba, também conhecido como Sítio Recanto da Paz. Esse sítio é conhecido pelo cultivo de gengibre desde a década de 1980 e esteve voltado para a exportação até a década de 1990. A partir da década de 1990, teve início a cultura do não uso de agrotóxicos e, em 2011, a plantação de gengibre orgânico obteve o certificado IBD da Associação de Certificação Instituto Biodinâmico, uma organização que desenvolve atividades de certificação de produtos orgânicos e biodinâmicos. Em 2005, o sítio começou a produzir artesanalmente doces, compotas e outros derivados, passando a divulgar a cultura do gengibre na região. Em 2015, aderiu ao turismo rural e ao ecoturismo.

Bem, sobre meu apelido, ele surgiu em uma oficina com crianças que faziam o teste sobre textura dos solos através do tato, o famoso teste da cobrinha, que, no meu caso, acabou se tornando um boneco de nome Ginger, em homenagem a toda a história que o gengibre representa na área. Dadas as minhas características plástica e pegajosa, meu molde, depois de umedecido e seco, continuou intacto.

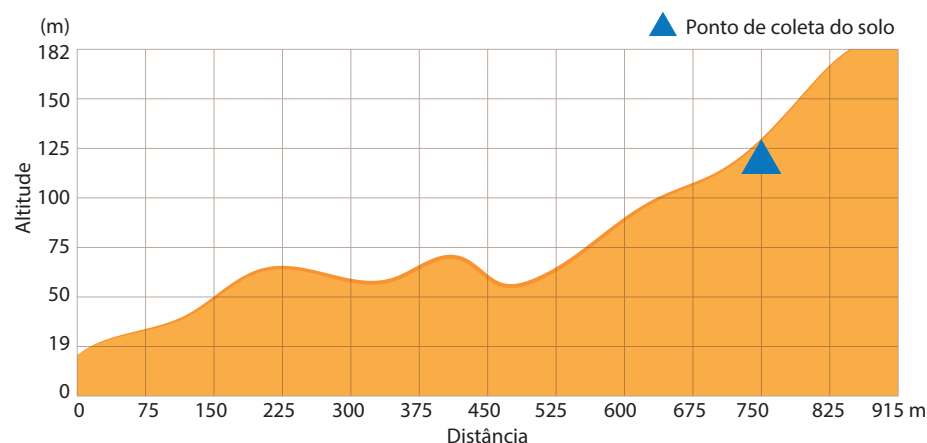


Ginger, sobre minha história

Como eu disse, o Sítio Recanto da Paz também tem sido usado para a prática do ecoturismo, do turismo rural e, mais recentemente, do geoturismo, além de atividades voltadas à educação ambiental e a pesquisas.

É a partir da trilha principal que se encontra uma estação experimental de erosão dos solos; ao longo da trilha, estão dispostos painéis interpretativos sobre a importância dos solos.

Sobre a trilha, esta se inicia a partir da sede do sítio, situada a 19 m de altitude, e segue até o belvedere, a 180 m de altitude. A trilha tem aproximadamente 950 m de comprimento. Está localizada na Mata Atlântica, com presença de muitas espécies nativas, como palmito, xaxim e árvores de grande porte. A partir do belvedere se avista a praia da Maranduba e o entorno.



Perfil topográfico da trilha
Sítio Recanto da Paz

Sobre as características do ponto de coleta, o solo foi coletado numa área de barranco, com muitas raízes expostas e serrapilheira, o que contribuiu para uma alta concentração de matéria orgânica, de 7,72%, que juntamente com um baixo valor de densidade do solo, de 0,88 g/cm³, e porosidade elevada, de 65,03%, indica que o solo não está compactado.

O pH de 4,45 indica um solo ácido, típico de área tropical, submetido a condições de alta temperatura e intensidade de chuvas.

Os dados da textura se distribuem em 36,9% de areia grossa, 8,5% de areia fina, 30,15% de argila e 20,15% de silte, e definem a classe textural como francoargilosa.

Ginger, sobre minha história – estação experimental

A estação experimental é uma importante ferramenta de análise para entender os fatores e os processos atuantes nos solos da área e, também, o nível de resistência do solo e a sua capacidade de resiliência. Além de gerar dados para a pesquisa sobre os solos da área numa escala local de detalhes, representando um diagnóstico ambiental próximo à realidade, também serve como ferramenta de aprendizagem para difundir conhecimento para estudantes das escolas locais e pessoas interessadas no tema.

Estão instaladas na estação três parcelas de erosão sem cobertura vegetal, cada uma com 10 m de comprimento e 1 m de largura (10 m² cada parcela) para quantificar o total de solo e água perdidos através do escoamento superficial.

A estação possui um pluviôgrafo automático capaz de aferir o total de chuva a cada 10 minutos para entender a sua intensidade, além de uma bateria de sensores de umidade de solo automático, nas três parcelas, em três profundidades (15 cm, 30 cm e 90 cm), para relacionar a influência da hidrologia do solo com o escoamento.



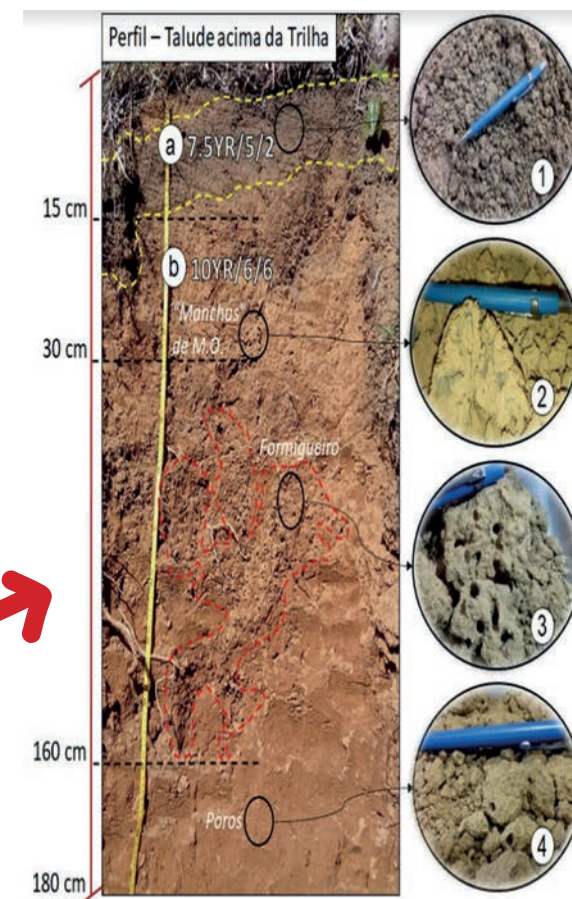
Estação experimental

Foto: Leonardo Santos Pereira

Ginger, sobre minha história – perfil de um solo

A abertura de um perfil de solo no sítio permitiu observar e conhecer sua morfologia, sua espessura e a transição entre os horizontes e identificar a textura, a cor, a presença de raízes e os organismos, entre outros elementos. O perfil, além de servir à pesquisa, é uma ferramenta didática e educativa que permite trabalhar as diferentes características dos solos e contextualizar o conteúdo escolar com a observação em campo.

No campo, é possível observar que a textura e a consistência do solo podem ser identificadas a partir da utilização do tato e da maceração dos torrões de solo, e, com isso, tecer considerações sobre as potencialidades e as limitações que tais características proporcionam ao sistema solo.



Perfil de um Latossolo, tipo de solo predominante no sítio

Fonte: Leonardo Santos Pereira

Ginger, sobre minha história – painéis interpretativos

No painel 1 inicia-se uma caminhada até o Mirante Sítio Recanto da Paz, percurso de aproximadamente 1 km de extensão, e são apresentadas algumas características da trilha, enfatizando a importância dos solos e suas relações com a paisagem.

No painel 2 apresentam-se algumas considerações reflexivas: Você conhece o solo por onde anda? Quais são os fatores responsáveis pela formação dos solos?

No painel 3 existem vários parâmetros para entendermos as características dos solos, como os físicos, químicos, biológicos e mineralógicos. Quais são as características dos solos dessa trilha?

No painel 4, após as observações nos painéis anteriores, propõe-se um exercício de reflexão sobre a leitura da paisagem que se descortina no belvedere. Quais são as relações possíveis de se observar?

A utilização de uma trilha interpretativa tem possibilitado o aprendizado e a conscientização sobre a importância dos recursos naturais, no caso do sítio, com ênfase nos solos e em suas relações na natureza.



Painéis interpretativos ao longo da trilha

Considerações finais

Após a leitura desta cartilha, produza um texto com os pontos que mais chamaram sua atenção. Se necessário, converse com seu(sua) professor(a) e colegas para tirar dúvidas.

Bem, aqui encerro minha breve história! Espero ter contribuído para uma nova forma de se pensar sobre solos e suas relações no cotidiano. Parecemos invisíveis em muitos momentos, mas somos essenciais nos serviços ecossistêmicos prestados; sem solos, não haveria vida no planeta. Somos considerados um recurso insubstituível, pois levamos de centenas de anos a muitos milênios para sermos formados. Precisamos urgentemente que a sociedade nos coloque em suas pautas, nos debates de políticas públicas e no ensino escolar. Acredito que a educação seja a base e o fio condutor nessa jornada.



Ginger

Bibliografia consultada

Sites

- ADAMY, A. (Org.). *Geodiversidade do estado do Acre*. Porto Velho: CPRM, 2015. 280 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. Piracicaba: Ceres, 2008. 355 p.
- CAPECHE, C. L. *Educação ambiental tendo o solo como material didático: pintura com tinta de solo e colagem de solo sobre superfícies*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2010.
- CUNHA, J. E. et al. Práticas pedagógicas para ensino sobre solos: aplicação à preservação ambiental. *Terra e Didática*, Campinas, v. 9, n. 2, p. 74-81, 2013.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Relatório da FAO com participação da Embrapa revela que 33% dos solos do mundo estão degradados*. Disponível em: <https://bit.ly/2ANVhh1>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340 p.
- KER, J. C. et al. *Pedologia: fundamentos*. Viçosa: SBCS, 2012. 343 p.
- LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p.
- LEPSCH, I. F. *19 lições de pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.
- LIMA, C. L.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. *O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio*. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR, 2007. 130 p.
- MENDES, S. de O.; JESUS, A. S. A abordagem do conteúdo solos em livros didáticos de Geografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOLO, 35., ago. 2015, Natal. *Anais...* Natal, 2015. p. 1-4. Disponível em: <https://www.eventosolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/109.pdf>. Acesso em: maio 2021.
- SCHAAN, D. P.; RANZI, A.; BARBOSA, A. D. (Org.). *Geoglifos: paisagens da Amazônia Ocidental*. Rio Branco: Gknoronha, 2010. 100 p.
- <http://www.brasilecola.uol.com.br/videos/solos.htm>
<http://www.chc.org.br/solos-brasileiros/>
<http://www.embrapa.br/>
<http://www.fao.org/brasil/noticias/pt/>
<http://www.lagesolos.ufrj.br/>
<http://www.pedologiafacil.com.br/>
<http://www.soil-museum.ru/>