

# NOÇÕES DE HIDROGEOGRAFIA

## CONHECENDO O MEU RIO MADEIRA



**Luciana da Silva Muniz  
Naziano Pantoja Filizola Júnior**

Copyright © 2014, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

**PRESIDENTE DA REPÚBLICA**

*Dilma Vana Rousseff*

**MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

*Clélio Campolina Diniz*

**DIRETOR DO INPA**

*Luiz Renato de França*

**GOVERNADOR DO ESTADO DO AMAZONAS**

*José Melo de Oliveira*

**SECRETÁRIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

*Ana Alcídia de Araújo Moraes*

**DIRETORA DA FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO  
AMAZONAS**

*Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro Simão*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**

*Professora Doutora Márcia Perales Mendes Silva*

---

M966 Muniz, Luciana da Silva  
Noções de hidrogeografia: conhecendo o meu Rio Madeira /  
Luciana da Silva Muniz, Naziano Pantoja Filizola Júnior. ---  
Manaus: Editora do INPA, 2015.  
36 p. : il. color.

ISBN: 978-85-211-0141-3  
Projeto PRONEX

1.Hidrogeografia. 2. Rio Madeira. I. Filizola Júnior, Naziano  
Pantoja. II. Título.

CDD 551.48

---

Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
Av. André Araújo, 2936 – Caixa Postal 2223  
Cep : 69067-375 Manaus – AM, Brasil  
Fax : 55 (92) 3642-3438 Tel: 55 (92) 3643-3223  
www.inpa.gov.br e-mail: editora@inpa.gov.br

# NOÇÕES DE HIDROGEOGRAFIA

## CONHECENDO O MEU RIO MADEIRA



Luciana da Silva Muniz  
Naziano Pantoja Filizola Júnior

Manaus AM  
Dezembro 2014

**LBA** Programa de Grande  
Escala Biosfera Atmosférica  
na Amazônia  
**FASE 2**



**PROJETO:**

*Potencialidades e susceptibilidades ambientais da mesorregião Sul do Amazonas: clima, hidrologia e biogeoquímica numa fronteira de expansão agropecuária e hotspot de biodiversidade.*

**Coordenador do Projeto:**

*Flávio J. Luizão*

**Financiamento:**

*Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas/FAPEAM*

*Universidade do Amazonas/UFAM*

*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA*

*Programa de Grande Escala Biosfera-Atmosfera na Amazônia/LBA*

**Equipe:**

*DMSc Luciana da Silva Muniz - PARFOR/UFAM*

*Dr Naziano Pantoja Filizola Junior - UFAM/INPA*

**Revisora:**

*Dra. Muriel Saragoussi – FDB/LBA*

**Editoração eletrônica:**

*Manoel Neto*

**Apoio - Editora INPA**

*Editor: Mario Cohn-Haft.*

*Produção editorial: Rodrigo Verçosa; Shirley Ribeiro Cavalcante, Tito Fernandes.*

*Bolsistas: Gabriel de Andrade, Henrique Silva, Izabele Lira, Lucas Almeida, Paulo Naranjo, Tiago Nascimento.*

# SUMÁRIO

<i>Apresentação.....</i>	<i>04</i>
<i>Vamos entender o que é Hidrogeografia?!.....</i>	<i>05</i>
<i>Como entender “bacia hidrográfica” em uma área tão grande quanto a</i>	
<i>Amazônia?.....</i>	<i>05</i>
<i>O que é o ciclo hidrológico?.....</i>	<i>06</i>
<i>Quais as formas dos rios?.....</i>	<i>08</i>
<i>Quais elementos fazem parte dos rios?.....</i>	<i>09</i>
<i>Tipos de Rios Amazônicos.....</i>	<i>10</i>
<i>O que é variabilidade das águas?.....</i>	<i>13</i>
<i>Estação fluviométrica.....</i>	<i>13</i>
<i>Enchentes.....</i>	<i>16</i>
<i>Vazantes.....</i>	<i>17</i>
<i>Quais as relações entre a variabilidade das águas e a sociedade?.....</i>	<i>17</i>
<i>Redes de Monitoramento.....</i>	<i>19</i>
<i>A maior bacia hidrográfica do mundo.....</i>	<i>20</i>
<i>Rio Amazonas: maior do mundo.....</i>	<i>22</i>
<i>As principais sub-bacias da Bacia Amazônica.....</i>	<i>23</i>
<i>A variabilidade hidrológica.....</i>	<i>24</i>
<i>A bacia do Rio Madeira.....</i>	<i>25</i>
<i>Curiosidades sobre a bacia do Rio Madeira.....</i>	<i>26</i>
<i>Vamos conhecer o Regime Hidrológico do Rio Madeira?.....</i>	<i>28</i>
<i>O Regime Fluviométrico da bacia do Madeira.....</i>	<i>30</i>
<i>Eventos de cheia e estiagem.....</i>	<i>32</i>
<i>Consequências sociais dos eventos extremos.....</i>	<i>33</i>
<i>Para terminar.....</i>	<i>34</i>
<i>Para saber mais.....</i>	<i>35</i>
<i>Sobre os autores.....</i>	<i>36</i>

# APRESENTAÇÃO

Com a tensão crescente em torno dos recursos hídricos, o número de estudos hidrológicos vem crescendo. Apesar de inúmeras instituições e pesquisadores apresentarem resultados acadêmicos, estes são pouco conhecidos pelo público em geral, primeiro devido à dificuldade de acesso às revistas científicas ou bibliotecas universitárias onde estes estudos ficam armazenados e, em segundo lugar, devido à linguagem técnica formal que dificulta sua compreensão.

Esta cartilha é produto do Projeto PRONEX - Potencialidades e susceptibilidades da região Sul do Amazonas às mudanças ambientais e climáticas – que inclui três volumes de divulgação e auxílio ao ensino médio e superior baseados nas pesquisas sobre os ciclos biogeoquímicos em ecossistemas distintos, a caracterização climática e a caracterização hidrológica da região no sul do estado do Amazonas. Elaborada com informações técnicas, mas de linguagem acessível ao público alvo de estudantes e comunitários da região, espera-se que este material sirva para melhorar a compreensão dos aspectos hidrográficos e do regime dos rios em geral, e da bacia do Rio Madeira em especial.

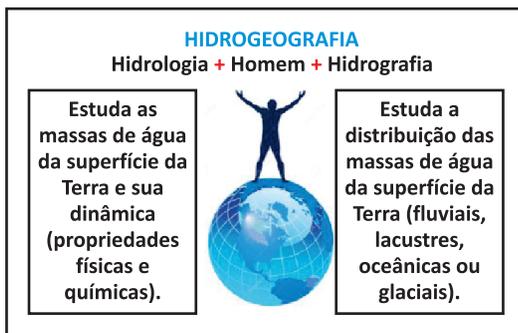
Neste trabalho o leitor também encontrará noções de procedimentos de mensuração e monitoramento dos rios amazônicos, inclusive sobre como ocorrem os eventos de cheias e secas no Rio Madeira.

Acredita-se que a informação pode motivar uma nova postura frente à gestão e uso dos recursos hídricos, bem como alertar sobre as visíveis e significativas alterações ao meio ambiente que estão ocorrendo, ajudando o leitor a reconhecer os processos destas mudanças e suas consequências.

## VAMOS ENTENDER O QUE É HIDROGEOGRAFIA?!

Dentre as muitas ciências que estudam a água doce, seus processos e distribuição no planeta, poucas são as que incluem a influência do ser humano. No entanto, e principalmente quando falamos do ambiente amazônico, é evidente a influência dos rios sobre a vida da população e cada vez mais evidentes os impactos da atuação da população sobre os sistemas aquáticos, usando e alterando as características dos rios.

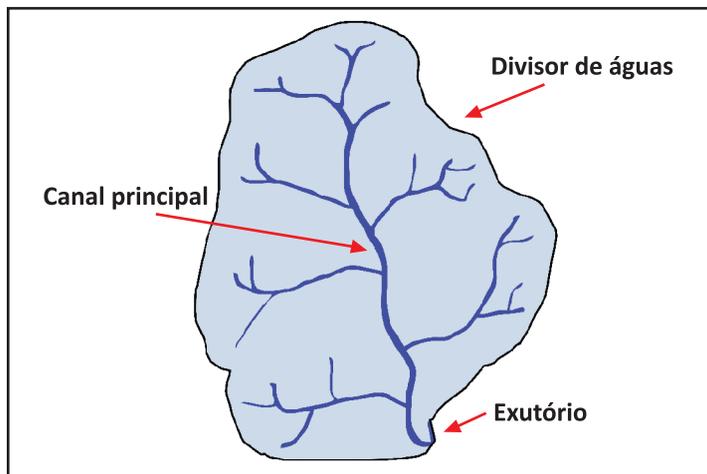
A Hidrogeografia (*Fig. 1*) é uma abordagem que envolve geografia e circulação da água - neste caso da água doce no planeta, assim como das principais consequências de sua utilização pelo ser humano. Seus estudos podem ser efetuados em várias escalas de análise: global, de bacias hidrográficas (regional) e local.



*Figura 01. Hidrogeografia - uma abordagem ampla e diferenciada*

## COMO ENTENDER “BACIA HIDROGRÁFICA” EM UMA ÁREA TÃO GRANDE QUANTO A AMAZÔNIA?

A bacia hidrográfica é a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, também denominados de afluentes (*Fig. 2*). Isto quer dizer que dentro de uma bacia hidrográfica toda a água que chega, das chuvas e ou de outras fontes, corre para um mesmo rio principal.



*Figura 02. Esquema simplificado de uma bacia hidrográfica.*

A forma da bacia, ou seja, o seu desenho no terreno, é descrito pelos pontos mais elevados (divisores topográficos) que separam esta bacia de outras e que fazem com que toda a água escoe para um único ponto de saída do rio, conhecido por foz, exutório ou desembocadura.

A bacia hidrográfica é um sistema aberto e complexo. Os canais de escoamento transportam, além da água, terra (partículas constituintes do solo, sedimentos), folhas decompostas e nutrientes, além de galhos, troncos e outros detritos orgânicos e inorgânicos carregados pela água até a desembocadura.

Assim, conhecer os fatores que possuem relevância no ciclo da água, também chamado de ciclo hidrológico, é essencial para analisar o comportamento hidrológico de uma determinada bacia, incluindo aquilo que é transportado pela água através dos rios.

## O QUE É O CICLO HIDROLÓGICO?

A permanente circulação da água no planeta é chamada de ciclo hidrológico. Uma das melhores formas de representá-lo é por meio do modelo de balanço hídrico.

O balanço hídrico de uma bacia hidrográfica representa o equilíbrio hídrico local a partir das entradas e saídas de água que lá ocorrem (Fig. 03). A principal entrada é por meio da precipitação (chuvas, neve ou geadas) e as principais saídas a evapotranspiração e o escoamento.

O balanço hídrico é igual à precipitação menos a evaporação, menos o escoamento menos a infiltração. Sua equação se escreve  $\Delta H = P - E - R - I$

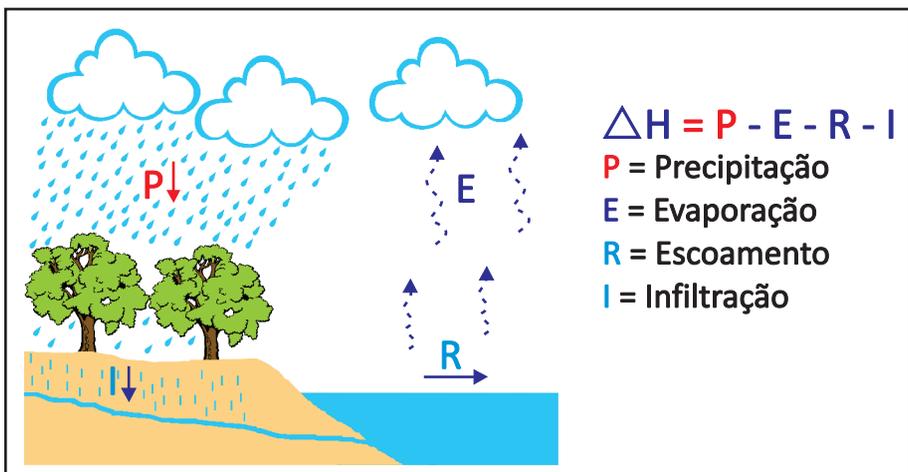


Figura 03. Esquema simplificado do balanço hídrico

Os rios são canais de escoamento de água que permitem sua transferência, por gravidade, das regiões mais altas para as mais baixas. O escoamento fluvial é parte integrante do ciclo hidrológico e sua alimentação se dá por meio das águas superficiais e subterrâneas.

Os cursos d'água (rios de todos os tamanhos) são classificados conforme o ordenamento dos canais de escoamento. Os canais de primeira ordem correspondem àqueles que se localizam nas nascentes dos rios que formam a bacia. São de primeira ordem os cursos que não recebem outros canais de escoamento, ou seja, os rios que não têm afluentes. Assim, as nascentes deságuam em outros canais que se diferenciam em ordem hierárquica crescente (do menor para o maior) até chegar ao rio principal, que sempre será o de maior ordem hierárquica da bacia hidrográfica (Fig. 4).

#### Ampliando o vocabulário:

**Geomorfologia:** é o ramo da Geografia Física que estuda os processos e as formas relacionadas com o escoamento dos rios.

**Fluvial:** adjetivo, vem do latim “*fluviale*”. Que se refere a rio.

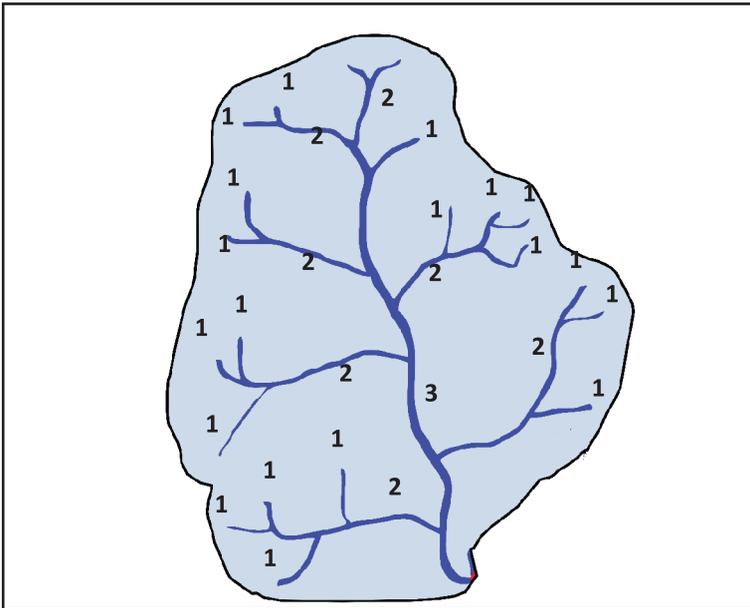


Figura 04. Classificação hierárquica de bacias.  
Segundo Strahler (1954), adaptado de Christofoletti, 1980.

Os rios são grandes agentes formadores e modificadores do relevo. Eles atuam por meio de 3 processos: erosão, deposição e assoreamento. Cada rio é único.

## **QUAIS AS FORMAS DOS RIOS?**

A ação do escoamento, ao erodir, depositar e transportar sedimentos, produz canais com diferentes desenhos. Cada rio apresenta um tipo, tamanho e volume de acordo com quantidade de material dissolvido por ele transportado desde que passou a existir.

Os principais padrões de canais fluviais são: anastomosado, meandrante, retilíneo e anabranching (Fig. 05).

Os **canais anastomosados** são formados em condições especiais altamente relacionados com carga sedimentar (terra e materiais finos) no leito, principalmente quando não possuem força para levar os sedimentos até o nível de base final (seu ponto mais baixo), criando assim inúmeros bancos de materiais sedimentares em seu leito.

Os **canais retilíneos** são aqueles cujo trajeto é reto, sem se desviar significativamente, da nascente à foz.

O **padrão meandrante** é o mais comum na Amazônia: os rios descrevem curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si, resultado de um trabalho contínuo de erosão das margens dos rios.

Existe ainda, um padrão misto de canal denominado de **anabranching** (anastomosado e retilíneo).

Um único rio pode apresentar diferentes padrões devido à variação do nível de água em determinadas épocas do ano, como o rio Madeira por exemplo.

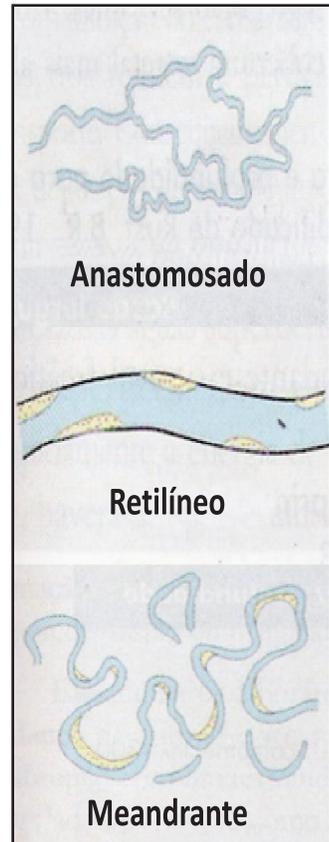
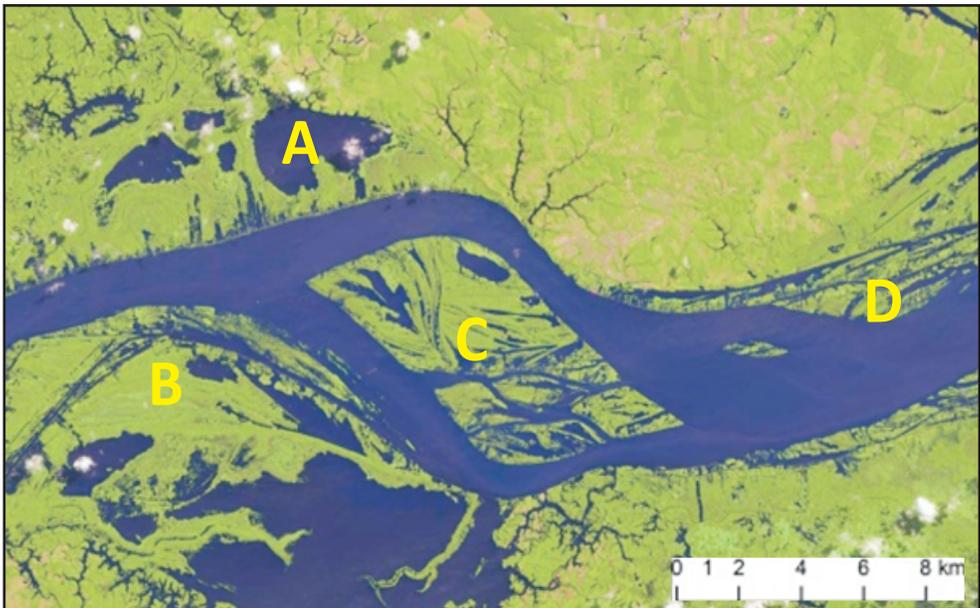


Figura 05: Tipos de canais fluviais.



Popularmente, rios pequenos e médios são denominados de igarapés; e furos são canais estreitos que ligam um rio a outro ou a um lago, “cortando” o caminho de um ponto a outro de um meando ou de um meando para outro. São uma espécie de atalho no caminho dos rios e, as vezes, só existem no período de cheia (águas altas). Furos são diferentes de paranás ou paranãs, que são braços de rios que contornam ilhas, sempre ligados ao mesmo rio.

Nem todas as formas são perceptíveis à primeira vista e, na realidade, podem até ser confundidas. Observe a imagem abaixo (Fig. 08).



*Figura 08. Imagem de satélite do Rio Madeira no município de Nova Olinda do Norte. A - Lago, B - meandro abandonado, C - Ilha e D - Paranás em meio a barras laterais de deposição (formas resultantes da deposição de carga sedimentar)*

*Imagem LANDSAT, 4/9/2014*

*Fonte: OBT/INPE, 2015.*

## **TIPOS DE RIOS AMAZÔNICOS**

Nos seus primeiros estudos sobre rios Amazônicos, em 1967, Sioli propôs classificá-los conforme a coloração das suas águas: rios de águas brancas, pretas e claras. Ele descreveu a relação dos rios amazônicos com os tipos de solos e características florestais que atravessavam. Atualmente, estudos mostram maior complexidade das características dos rios amazônicos, principalmente quanto à quantidade de carga de sedimentos em suspensão, como resumido na tabela 1.

Tabela 1. Resumo das características dos tipos de rios amazônicos.

Tipo de água	Rio Típico	Origem das águas	pH	CSS (mg.l <sup>-1</sup> )	Ambientes fluviais
Branca	Solimões, Madeira, Juruá e Purus	Andina e sub-andina	6,6 a 7	>100	Várzeas muito férteis
Clara	Trombetas, Tapajós e Xingu	Escudos	5 a 6	<100	Terrenos rochosos e arenosos nas cabeceiras
Preta	Negro, Uatumã e Urubu	Escudos, em solos arenosos	4 a 5,5	<10	Presença de praias

Adaptado do Caderno Hidrologia da Região Amazônica, (MMA, 2013).

CSS: carga de sedimentos em suspensão

### Ampliando o vocabulário

**pH:** Potencial Hidrogeniônico é a medida de acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. A classificação do pH vai de **0 a 14**: as soluções são ácidas quando seu pH é menor que 7, neutras quando ele for 7 e básicas ou alcalinas quando o pH for acima de 7.

**mg. L<sup>-1</sup> ou mg/L:** miligrama por litro. Esta unidade de medida exprime concentração, ou seja a massa de material sólido que existe em um determinado volume de água.



Os rios de águas pretas (Fig. 09) possuem essa coloração devido à presença de ácido húmico resultante da decomposição da vegetação (matéria orgânica de galhos, troncos, raízes e folhas). São ambientes com pouca erosão e, geralmente, possuem praias em suas margens nos períodos de vazante. Durante as enchentes periódicas, os rios alagam a vegetação de suas margens, formando **igapós**.



Figura 09. Paisagem de rio de águas pretas cercado pela mata de Igapó. Alto Rio Negro no município de São Gabriel da Cachoeira-AM.

Foto: Luciana Muniz, 2014.

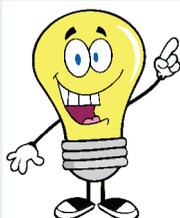
Os rios de águas barrentas (Fig. 10) são considerados rios jovens, que ainda escavam seu leito e suas margens. Carregam, de suas nascentes até a foz, grande quantidade de materiais em suspensão (partículas de solo desagregadas).



Figura 10. Ambiente de águas barrentas com grande erosão de margens. Rio Madeira. Humaitá – AM.

Foto: Luciana Muniz, 2012.

Durante as enchentes, as águas brancas transbordam sobre as margens e depositam sedimentos fornecendo grandes quantidades de nutrientes e sais minerais aos solos marginais e aos lagos. Criam o ambiente fluvial mais fértil da Amazônia, denominado de várzea.



#### Você sabia?

As várzeas (Fig. 11) são os ecossistemas com maior produção primária (fertilidade) de toda a Amazônia e nelas está a fauna aquática mais rica.

O material em suspensão levado pelos rios chega aos lagos e é decantado (desce ao fundo) tornando, ao mesmo tempo, a água mais transparente e o fundo dos lagos mais rico em nutrientes. A luz do sol que consegue penetrar na água permite a realização do processo de fotossíntese, proporcionando a manutenção do fitoplâncton e de plantas aquáticas flutuantes. A enorme quantidade de matéria orgânica e nutrientes das várzeas faz com que elas abriguem a mais rica fauna aquática da Amazônia (SIOLI, 1991).



Figura 11. Ambiente de Várzea.

Município do Careiro da Várzea – AM.

Foto: Luciana Muniz, 2014.

## O QUE É VARIABILIDADE DAS ÁGUAS?

Ao longo dos canais dos rios, podemos observar o nível da água (cota do rio ou cota fluviométrica), representado convencionalmente pela letra “h”, que descreve a altura atingida pela água naquele pedaço do rio (ou seção) em relação a uma determinada referência. Pode ser um valor instantâneo ou a média em um determinado intervalo de tempo (cota por dia, por mês ou por ano). Convencionalmente é medido em centímetros (cm).

## ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

A medição do nível da água é realizada por meio de réguas linimétricas ou linígrafos (equipamentos mais sofisticados e que necessitam de uma construção de alvenaria) (Fig. 12). Uma régua linimétrica nada mais é do que uma escala graduada, de madeira, de metal ou mesmo pintada sobre uma superfície vertical de concreto ou madeira. Existe a necessidade de instalar junto à régua duas ou mais referências de nível, para permitir sua reinstalação, caso seja destruída por enchente ou vandalismo.

As referências de nível são geralmente de concreto, enterrado na proximidade das réguas, em local onde a cheia do rio nunca chegue. Elas possuem um *datum* local (referência altimétrica e de coordenadas espaciais).



Figura 12. Réguas linimétricas e referência de nível fixado a poucos metros da última régua da seção na estação fluviométrica de Abuña - RO.

Foto: Luciana Muniz, 2011.

Com o registro do nível do rio realizado por um observador local, em geral duas vezes ao dia (as 7 e 17 horas), todos os dias, é possível se ter uma *série histórica*, com a coleção dos dados instantâneo e diários anotados em cada estação fluviométrica.

### Ampliando o vocabulário

**Série histórica:** também denominada de série temporal, corresponde a uma sequência de dados obtidos em intervalos regulares de tempo durante um período específico.



No trecho do rio em frente às estações fluviométricas são mensurados também os valores de vazão ou descarga líquida. A vazão é o volume de água que passa na seção (trecho definido) por unidade de tempo, expressa em metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$  ou  $m \cdot s^{-3}$ ), ou seja, a cada segundo passam “X” metros cúbicos de água para uma determinada seção transversal do rio. (Fig. 13)

Os símbolos usualmente utilizados nos estudos hidrológicos são:

**$Q = A (w \cdot h) \cdot V$**

Onde:

Q = vazão ( $m^3$  por segundo)

A = área da seção do rio ( $m^2$ )  
( $w \cdot h$ )

v = velocidade do fluxo de água  
(m por segundo)

h = profundidade média na  
seção transversal do canal (m)

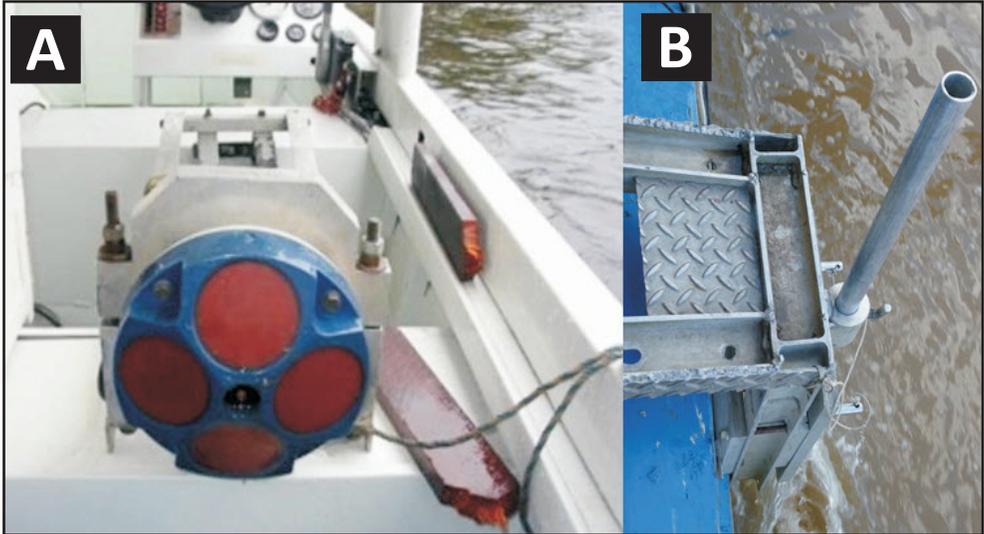
w = largura do canal

Figura 13. Representação de uma seção do rio - conhecer a seção de um canal é medir os parâmetros hidrométricos de determinado trecho do rio: sua velocidade e vazão.

A determinação da vazão nos grandes rios amazônicos é feita com aparelhos eletrônicos e automáticos. Um deles é o *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP), ou Perfilador Doppler Acústico de Corrente (Fig. 14). É um instrumento que mede a velocidade do fluxo em perfis verticais com base no efeito Doppler, ou seja:

- (1) o aparelho emite uma frequência de onda sonora (por exemplo, 600kHz).
- (2) a onda sonora é refletida por partículas em suspensão na água e pelo leito do rio, e sofre alteração em seu comprimento de onda, o que modifica sua frequência.
- (3) o sinal de retorno permite estimar o deslocamento relativo do alvo (partículas em suspensão e leito do rio) em relação à fonte (aparelho instalado numa embarcação).

Já que a velocidade das partículas em suspensão é a mesma velocidade de fluxo do rio, o software de computador que gerencia o funcionamento do aparelho calcula a velocidade do fluxo de água em tempo real, à medida que o barco se desloca com o equipamento a bordo.



*Figura 14. Acoustic Doppler Current Profiler - ADCP de 600khz. Em (A) vemos os transdutores do aparelho (círculos vermelhos) que emitem e recebem o som. Em (B) o ADCP está submerso acoplado a um suporte fixado na lateral do barco.*

O estudo destas variáveis é importante para caracterizar um regime hidrológico. O regime hidrológico é o conjunto das variações do estado e das características de uma massa de água (rio, lago ou outra), variações estas que se repetem regularmente no tempo e no espaço, incluindo-se as variações cíclicas como, por exemplo, as diárias, como as marés, ou as sazonais, como enchentes e vazantes.

Infelizmente, a importância do conhecimento sobre os valores de vazões ainda é pouco compreendida pela população. As medidas mais significativas para os ribeirinhos são as cotas, que podem ser facilmente associadas com marcas em locais conhecidos pela população. São geralmente percebidas como mais úteis para as necessidades locais, já que a variabilidade do nível do rio é acompanhada diariamente e influencia a vida do homem amazônico.



Figura 15. Encostas do rio Madeira no município de Manicoré (AM). Foto: Luciana Muniz, 2013.

## ENCHENTES

Os termos inundação e enchente, que são tratados como a mesma coisa na linguagem popular e mesmo pela Defesa Civil, são coisas diferentes para os cientistas (Fig. 16). *Inundação*, para os cientistas, é quando ocorre o transbordamento sobre as áreas planas próximas aos rios. Estas áreas, sobre as quais as águas extravasam, são chamadas de planícies de inundação. *Enchente* ou *cheia*, para os cientistas, é o aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre os pontos mais elevados dos terraços.

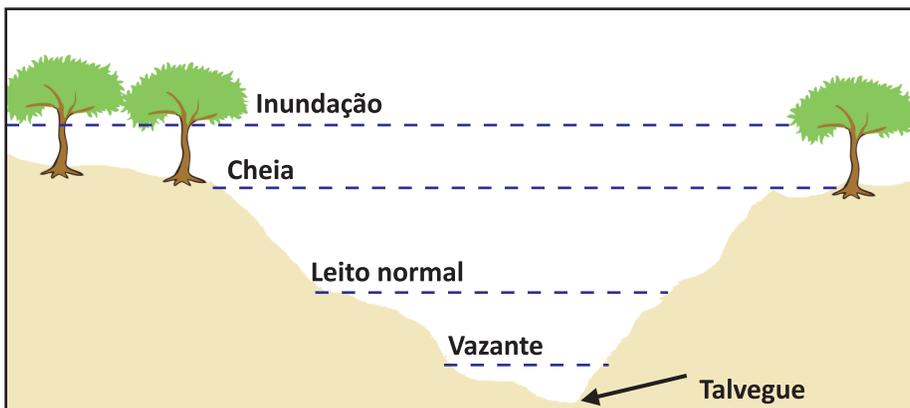


Figura 16. Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio, conforme os nomes dados pelos cientistas.

### Ampliando o vocabulário

**Talvegue:** região mais profunda do canal fluvial.



Na linguagem popular e para a Defesa Civil, enchente ou inundação quer dizer elevação do nível de água de um rio acima de sua vazão normal, ou seja, quando ocorre o transbordamento do leito, qualquer que seja a altura que as águas alcancem.

### Ampliando o vocabulário

**Defesa Civil:** é o órgão do Poder Executivo encarregado do conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas, destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social.



No Manual de Desastres Naturais, Castro *et al.* (2007) classificam as inundações em função de sua magnitude (“tamanho”). A magnitude de uma inundação compara um evento com os que ocorreram no passado e, em função disso, define se o evento é: excepcional; de grande magnitude; normal (ou regular); ou pequeno. Um evento de inundação só é tido como desastre quando causa danos humanos, econômicos ou sociais.

## VAZANTES

A vazante é a diminuição gradual do nível de água de um rio (Fig.16). Eventos desastrosos chamados de estiagem e seca são o resultado de uma diminuição do nível das águas além do normal.

As estiagens resultam da redução das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos chuvosos ou da ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada. A forma mais intensa e prolongada deste fenômeno é denominada de seca.

O desastre associado à estiagem é a queda intensificada das reservas hídricas e conseqüentemente do fluxo e nível dos rios e barragens. Ela tem impacto sobre a disponibilidade de água para as cidades e para a produção de energia, principalmente quando acontece com frequência.

## QUAIS AS RELAÇÕES ENTRE A VARIABILIDADE DAS ÁGUAS E A SOCIEDADE?

A sazonalidade (periodicidade) das águas é um elemento marcante para as populações da Amazônia, que organizam suas atividades econômicas e sua vida social em função da “cheia” (estação das águas altas) e da “seca” (estação de águas baixas).

As populações tradicionais da Amazônia caracterizam-se, sobretudo, por sua grande dependência em relação à variabilidade do nível das águas dos rios e igarapés, fontes de água para uso doméstico, para o transporte de pessoas e mercadorias (navegação) e para pesca, sua maior fonte de proteína (Fig. 17).

No período de vazante, muitas vezes os peixes ficam presos em lagos marginais e há fartura na mesa dos ribeirinhos, o tempo gasto com a pesca diminui e é utilizado para outros afazeres. Além disso, as várzeas, com seus solos ricos são usadas para produção de grãos (feijão, arroz), verduras e frutas de ciclo curto como melancias e produtos comerciais de maior valor de venda como a juta. As épocas de plantio e colheita dependem fundamentalmente do ciclo das águas. No entanto, com o rio baixo, as tarefas de abastecer a casa com água, lavar roupas e utensílios domésticos e o tempo de deslocamento entre comunidades e com as cidades aumenta, já que os furos e/ou paranás secam (veja em “Quais elementos fazem parte dos rios?”).

Por fim, importante lembrar que nas cidades amazônicas muita gente, e em geral os mais pobres, vivem às margens dos igarapés, sujeitos a perderem seu abrigo nas enchentes ou nas inundações.

Por séculos, o ritmo dos rios se manteve mais ou menos constante, e secas e cheias extremas eram raras. O século 21 viu estes desastres chegarem com maior frequência, afetando a vida de milhares de pessoas.

Entendemos assim porque é de extrema importância monitorar o ritmo dos rios amazônicos, prevenindo desastres ou mitigando (tornando menos graves) seus efeitos. Além disto, este monitoramento contribui para a formação das séries históricas, importantes para a previsão hidrológica, o estudo das mudanças climáticas e o aperfeiçoamento dos modelos de previsão de tempo e do clima (veja as cartilhas da mesma série citadas na nossa apresentação sobre estes temas).



*Figura 17. Ribeirinha lavando louça às margens do Rio Madeira na vazante.*

*Estação Fazenda Vista Alegre (AM).*

*Foto: Luciana Muniz, 2012.*

## REDES DE MONITORAMENTO

No Brasil, a Agência Nacional de Águas - ANA, é responsável pelo monitoramento hidrometeorológico, operando cerca de 4.543 estações de monitoramento dos rios brasileiros cadastrados no Sistema de Informações Hidrológicas. Estas informações podem ser encontradas na internet em <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Nessas estações, é possível medir o volume de chuvas (dadas em milímetros ou mm), a evaporação da água (dadas em milímetros ou mm), o nível (dado em centímetros ou cm) e a vazão dos rios (dada em m<sup>3</sup>/s), a quantidade de sedimentos em suspensão (dada em mg/l) e a qualidade das águas (com valores diferenciados dependendo dos parâmetros medidos).

Os dados de monitoramento hidrometeorológico da bacia Amazônica também podem ser encontrados na página do Observatório Ambiental da Geodinâmica, Hidrologia e Biogeoquímica da bacia Amazônica (ORE\_HYBAM) disponíveis em <http://www.ore-hybam.org/>.

As estações fluviométricas colhem dados de nível e vazão dos rios, e as estações pluviométricas, dados de quantidade de chuva. Na Amazônia, elas estão divididas e dispostas em 10 sub-bacias (Fig. 18), conforme a Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

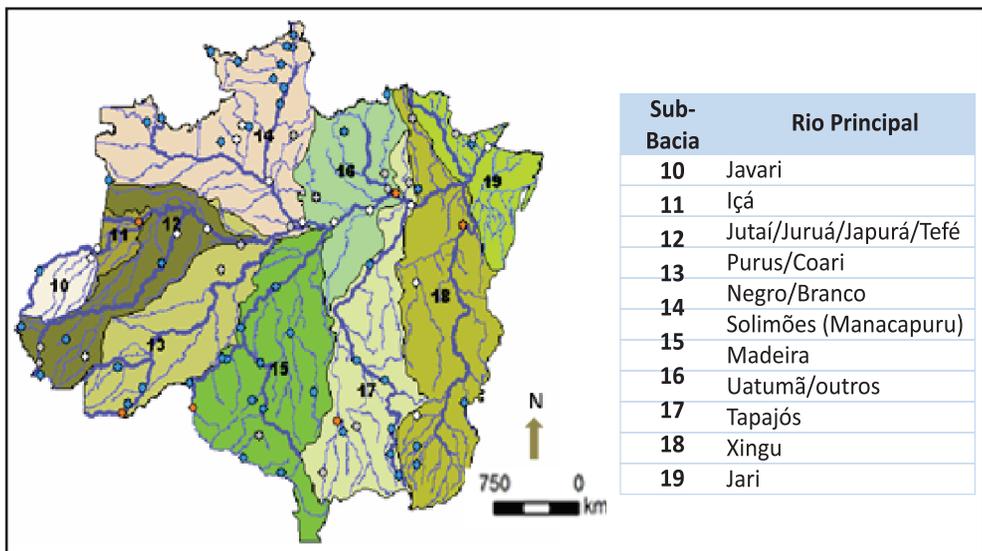


Figura 18. Mapa das sub-bacias Amazônicas e sua codificação conforme a Divisão Hidrográfica Nacional do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Fonte: ANA, 2012.

O objetivo de uma rede de monitoramento é “cobrir uma região”, isto é, ter estações coletoras de dados com densidade (número de estações por área) e distribuição que permitam ter dados para determinar com suficiente precisão as características básicas das grandezas hidrológicas ou climatológicas em qualquer local desta região. Quando não é possível ter estações em algum ponto da bacia, pode-se usar o método de interpolação, um método matemático que permite calcular dados em locais onde não os temos a partir das séries de dados existentes em áreas próximas do local desejado.

Na Amazônia, ainda precisamos aperfeiçoar muito nossa rede de monitoramento, cobrindo melhor todos os rios e suas bacias. No entanto, os custos de operar o sistema devido às condições de acesso e distâncias ainda restringem nossa capacidade de manter e ampliar a rede.

### Aplausos!



João Bosco Alfenas, como técnico do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), contribuiu por mais de 35 anos com o monitoramento dos rios Amazônicos. Navegou em inúmeras expedições de implantação e nivelamento de estações fluviométricas, medição de vazão dos rios e coleta de dados com os observadores locais.

**Obrigado Bosco!!**

## A MAIOR BACIA HIDROGRÁFICA DO MUNDO

A bacia do rio Amazonas (Fig. 19), a maior bacia hidrográfica do mundo, cobre uma superfície de aproximadamente 6 milhões de quilômetros quadrados (6.000.000 km<sup>2</sup>). Bordejada a oeste pela Cordilheira dos Andes, com picos de quase 6.000 m de altura, ela se estende de 79° de longitude Oeste (Peru) a 48° de longitude Oeste (Pará, Brasil), e de 5° de latitude Norte a 20° de latitude Sul. Sua parte andina representa somente 12% da sua área total. Com dimensão continental, ela se estende por 8 países: Brasil (63%), Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5.8%), Equador (2.2%), Venezuela (0.7%), Guiana e Guiana Francesa (0.2%).

A bacia Amazônica corresponde a 5% das terras emersas e aproximadamente 20% do total da água doce lançada aos oceanos – sua vazão média é de aproximadamente 209.000 m<sup>3</sup> por segundo.



Figura 19. Mapa da bacia Amazônica Internacional.

Base cartográfica: ANA e ORE-HYBAM, 2012.

Org. Luciana Muniz, 2015

## RIO AMAZONAS: MAIOR DO MUNDO

O principal rio da bacia Amazônica, o Amazonas, tem 6.850 km de extensão e é o maior do mundo em extensão e em volume de água.

A nascente do Amazonas está situada na Cordilheira oriental dos Andes peruanos, a montante do rio Apurimac. Este rio andino que forma o rio Ucayali, recebe os aportes do rio Pachitea. Na planície amazônica peruana, o Ucayali recebe, pela margem esquerda, os aportes dos rios Marañon e Napo, vindo da Cordilheira Central do Peru e dos Andes equatorianos, correndo também pela Colômbia. Ao entrar no Brasil, seu nome muda para Solimões e, só depois de mais de 1.600km, em frente à cidade de Manaus, quando se encontra com o Rio Negro, o rio volta a ser chamado de Amazonas.

É a mais importante hidrovia do Brasil com cerca de 3.370 km, por onde escoam, entre outros, os produtos do Pólo Industrial de Manaus - PIM.



### Pensando bem!

A quantidade de água lançada pelo Rio Amazonas no Oceano Atlântico corresponde a 209.000 m<sup>3</sup>/s, o suficiente para encher cerca de 100 piscinas olímpicas num segundo.

### Você sabia?

Existem vários encontros de rios na bacia Amazônica, como o das águas claras do Tapajós com as águas barrentas do Amazonas, mas o encontro do Solimões com o Negro (*Fig 20*) é o maior e mais conhecido.

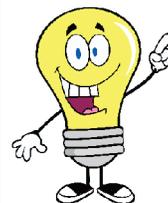


Figura 20. Encontro das águas.  
Foto: Jessé Burlamaque, 2015.

A água relativamente mais fria e esbranquiçada do Solimões, repleta de sedimentos que seus afluentes trouxeram dos Andes, leva 6 km para começar a se misturar à do Negro, relativamente mais quente e cuja cor é escura, por causa dos compostos orgânicos da floresta e da sua baixa carga de sedimentos.

A partir do encontro do Negro e Solimões, o Rio Amazonas passa a ter oficialmente no Brasil a denominação pela qual é conhecido internacionalmente.

## AS PRINCIPAIS SUB-BACIAS DA BACIA AMAZÔNICA

São incontáveis os afluentes que desaguam no Amazonas. Destacamos aqui seus mais importantes tributários. Pela margem direita: Javari, Jutaí, Juruá, Tefé, Coari, Purus, Madeira, Tapajós e Xingu. Pela margem esquerda: Içá, Japurá, Negro, Urubu, Nhamundá, Trombetas e Jari.

Dos 30 maiores rios tropicais do mundo, nove estão na bacia Amazônica (Tab. 02). Considerando-se a vazão ou descarga líquida, além do grande Amazonas, os rios Madeira e Negro se destacam. Porém, quando o assunto é a carga de sedimentos em suspensão (CSS), os rios Negro, Tapajós e Xingu são quase insignificantes em relação aos demais afluentes do Amazonas, isto porque estes rios nascem em terrenos rochosos e arenosos em áreas de escudos cristalinos, não tendo material sedimentar para carregar.

A Cordilheira dos Andes é a maior responsável pela quantidade de sedimentos presentes nos rios amazônicos. Os rios Solimões e Madeira possuem nascentes nos Andes e o Juruá e Purus possuem nascentes na região pós-andina, transportando sedimentos que de lá vieram.

**Tabela 02. Características dos maiores rios da bacia Amazônica.**

Rio	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Área de drenagem (10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> )	CSS (10 <sup>6</sup> ton/ano)
<b>Amazonas (foz)</b>	209.000	6000	1000
<b>Madeira</b>	32000	1360	450
<b>Negro</b>	28400	696	8
<b>Japurá</b>	18600	248	33
<b>Tapajós</b>	13500	490	6
<b>Purus</b>	11000	370	30
<b>Xingu</b>	9700	504	9
<b>Iça</b>	8800	143,7	19
<b>Juruá</b>	8440	185	35

Fonte: Latrubesse (2005) e Filizola (1999).

A sub-bacia do rio Madeira representa a maior área de drenagem (22%) e maior contribuição de descarga líquida (vazão, 14%), para o Rio Amazonas, seguida da sub-bacia do Rio Negro - 10% da área de drenagem e 13% da descarga líquida da bacia Amazônica (Fig. 21).

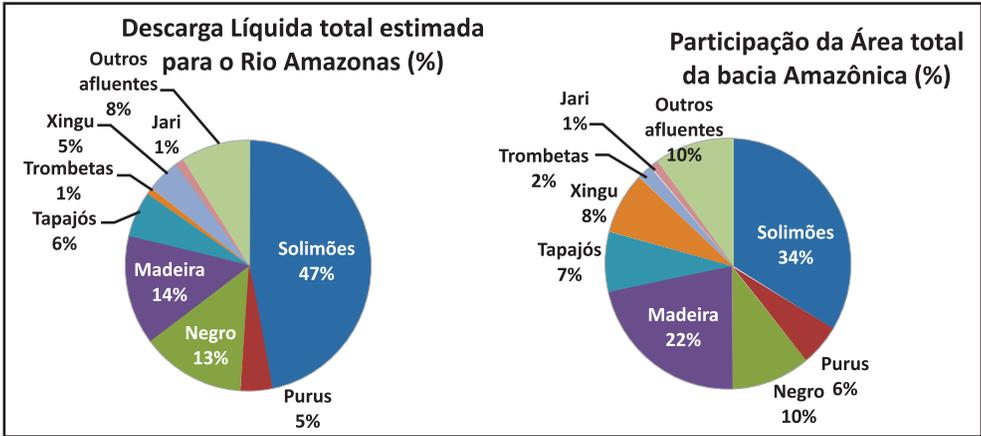


Figura 21. Contribuição total de área e descarga líquida de cada sub-bacia da bacia Amazônica. Observe as bacias dos Rios Solimões, Madeira e Negro.

Fonte: Molinier et al., (1996).

## A VARIABILIDADE HIDROLÓGICA

A variabilidade sazonal das chuvas é diferente nas porções norte e sul da Amazônia (Fig. 22). Na porção norte, o máximo pluviométrico é observado de maio a julho, enquanto vai de dezembro a março no sul da bacia. Essa defasagem faz com que os tributários das margens direita e esquerda do Amazonas tenham contribuições diferenciadas ao longo do ano para a vazão do rio principal, resultando em uma menor variação na vazão total do Amazonas ao longo do ano do que seus tributários.

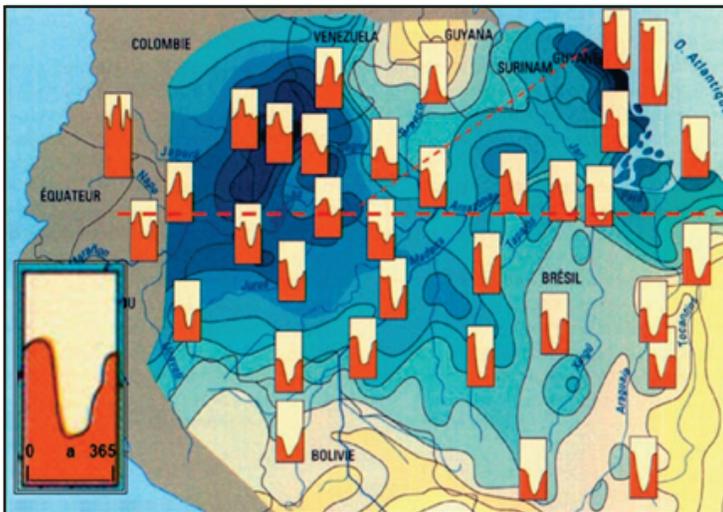


Figura 22: Os pluviogramas são gráficos que mostram a distribuição das chuvas médias durante um ano. O ponto mais alto nos gráficos mostra o período com maior precipitação.

Fonte: Salati e Marques, 1984.

## A BACIA DO RIO MADEIRA

A bacia do Rio Madeira está localizada na porção sudoeste da bacia Amazônica (Fig. 23), à margem direita do Rio Amazonas, banhando os estados de Rondônia, Amazonas (sub-região do Madeira), Mato Grosso (porção noroeste) e Acre (pequena faixa a sudeste do estado), além de parte dos territórios boliviano e peruano. Esta bacia representa 22% do total da bacia Amazônica e se estende pela Bolívia (51%), Brasil (42%) e Peru (7%), com uma área total de drenagem de 1.324.727 km<sup>2</sup> - a maior sub-bacia Amazônica.

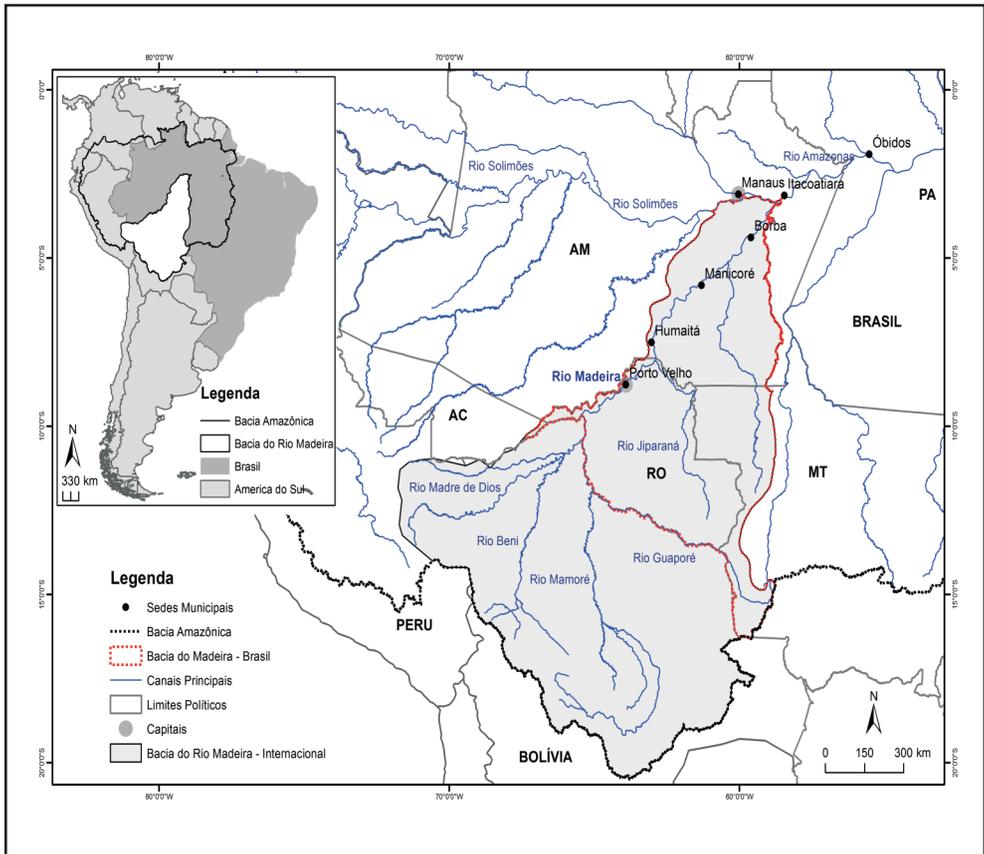


Figura 23. Mapa de localização da bacia do Rio Madeira.  
Org. Luciana Muniz, 2015.

O nome vem do tupi MÃ-ND-YÉRÊ que significa “impedimentos e voltas”, alusão às muitas cachoeiras e voltas que dá. Diz-se que os portugueses transformaram estas palavras tupi em “madeira”, em alusão aos muitos troncos que o rio carrega durante suas cheias.

O Rio Madeira se forma ainda na porção andina da Bacia Amazônica (Rios Beni e Madre de Dios). Com o encontro do Rio Mamoré pela sua margem esquerda, drena toda bacia Amazônica boliviana em meio a cachoeiras. Sua descarga média anual de  $31.200 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Em terras brasileiras torna-se navegável após as corredeiras de Santo Antônio no estado de Rondônia até desaguar no grande Amazonas, 1.285 km depois. Sua foz principal está a cerca de 50 km da cidade de Itacoatiara (AM).

## CURIOSIDADES SOBRE A BACIA DO RIO MADEIRA

As proporções e contribuições da Bacia do Rio Madeira já foram destaque em vários trabalhos científicos na Amazônia. Como já dissemos, representa a maior área de drenagem e maior contribuição em vazão para o Rio Amazonas. É o quarto maior rio tropical do mundo, atrás somente do grande Amazonas, do Congo e do Orinoco (Tab. 3). O Rio Nilo é o segundo maior do mundo em extensão. Todavia, somente as suas cabeceiras estão nos trópicos.

**Tabela 03. Características dos 5 maiores rios em sistemas tropicais no mundo.**

Rio	País da foz	Descarga média anual ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Área de drenagem ( $10^3 \text{ km}^2$ )	Qs anual ( $10^6 \text{ ton/ano}$ )
<b>Amazonas</b>	Brasil	209.000	6.000	1.000
<b>Congo</b>	Zaire	40.900	3.700	32,8
<b>Orinoco</b>	Venezuela	35.000	950	150
<b>Madeira</b>	Brasil	31.200	1.360	450
<b>Negro</b>	Brasil	28.400	696	8

Fonte: Latrubesse, et al. 2005.

### Ampliando o Vocabulário

**Tropical:** refere-se a faixa climática entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, onde ocorre a maior incidência de raios solares.

**Qs anual:** é a descarga sólida ou vazão sólida, a quantidade de sedimentos transportados pelo rio. É calculada em toneladas por ano (ton/ano). No caso dos grandes rios apresentados na tabela 3, esta medida é tão grande que falamos em milhões ( $10^6$ ) de toneladas por ano.



A característica mais marcante da sub-bacia do Rio Madeira é a quantidade de material em suspensão e descarga sólida que leva para o rio Amazonas, fazendo dele o seu principal afluente quanto a este tópico.

Os sedimentos e volume de água do Madeira vêm em sua maior parte dos grandes rios andinos que o formam (*Fig. 23*), principalmente os rios Beni e Madre de Dios. No Brasil, escoam sobre terrenos diferenciados entrelaçados entre corredeiras (porções dos chamados *cratões neoproterozóicos*) e terrenos aluviais.

A bacia do Madeira apresenta relevo variado com altitudes elevadas na região Andina (Bolívia), acima dos 6.000 m. No Brasil, desce de altitudes inferiores a 500m, chegando a 30m acima do nível do mar, em sua foz no Rio Amazonas. O rio Madeira, nas montanhas, tem corredeiras e cachoeiras até chegar ao escudo brasileiro, principalmente próximo a Porto Velho, quando entra na região da planície amazônica.

Os terrenos aluviais da bacia correspondem aos depósitos sedimentares quaternários nas áreas de planícies que representam estreita faixa no entorno do rio principal. São terrenos jovens do ponto de vista de sua formação geológica, e, por isto, ainda têm muito material facilmente erodido. A partir dos sedimentos transportados pelos rios, formam-se várzeas ou planícies de inundação.

O Rio Madeira é classificado como um rio misto, ou seja, um rio que drena terrenos de montanha, de plataforma e de planície, alternando com trechos aluviais amplos, e que tem alta carga sedimentar.

### **Pensando bem!**

A quantidade de carga sedimentar (de fundo e em suspensão) levada pelo Rio Madeira ao Amazonas é de 450.000.000 toneladas por ano. Seriam necessários aproximadamente 1200 navios-cargueiros para carregar todo este sedimento!



## VAMOS CONHECER O REGIME HIDROLÓGICO DO RIO MADEIRA?



Figura 24. Imagens de estações fluviométricas do Rio Madeira - (A) Estação de Porto Velho (RO), (B) estação de Borba (AM), (C) estação de Humaitá (AM), e (D) estação de Manicoré (AM).

Fonte: Muniz, et al. 2013.

A bacia do Rio Madeira (Fig. 23) é representada no sistema da rede hidrométrica nacional pelo código 15. Até 2014, possuía ao todo 90 estações de cota fluviométrica (nível do rio) (Fig. 24) e 48 estações de vazão. Para determinar o regime hidrológico desta bacia foram tomadas informações de 17 estações (Fig. 25) em boas condições, que apresentaram dados permitindo uma avaliação de boa qualidade das principais características hidrológicas da região.

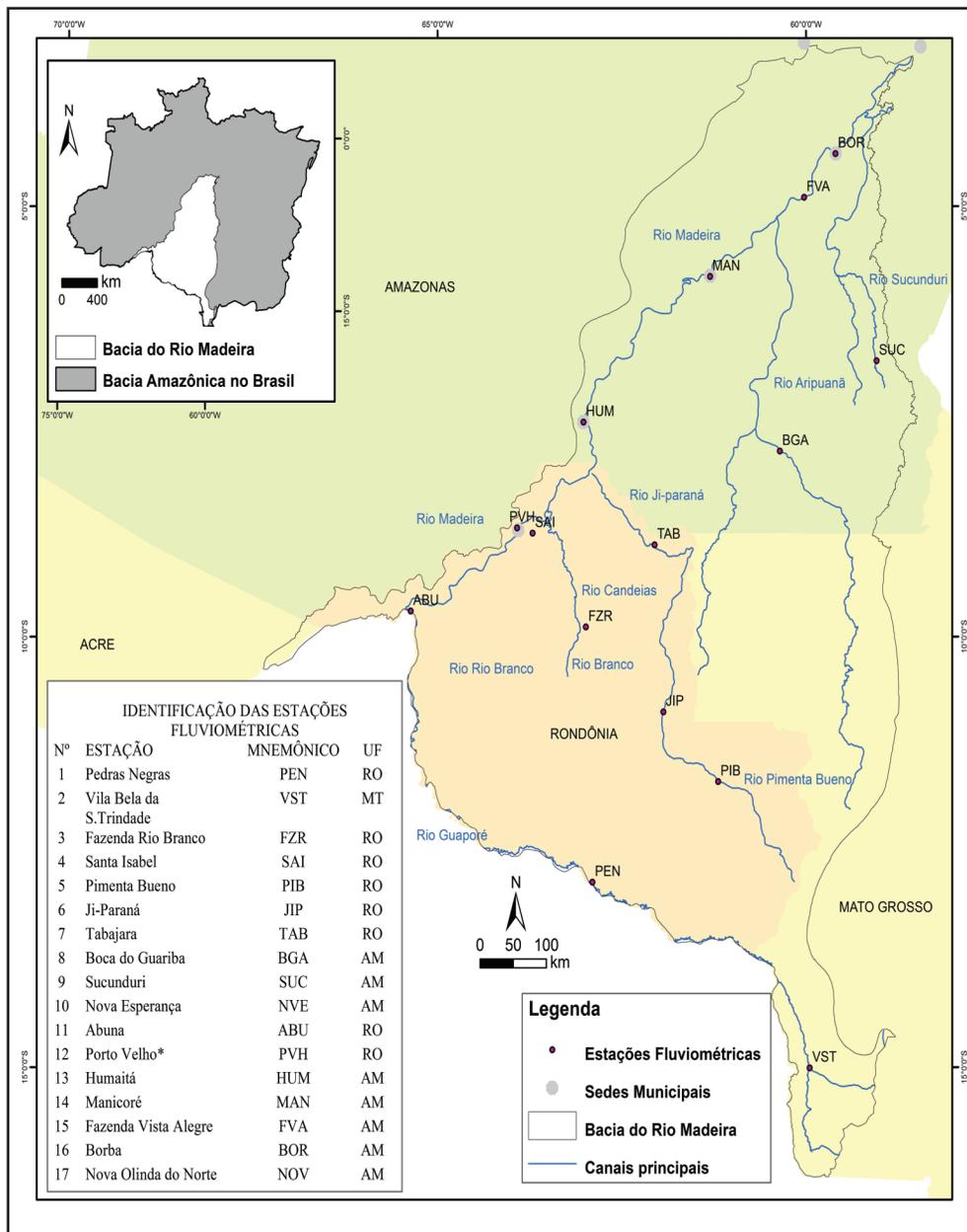


Figura 25. Mapa de localização de 17 estações fluviométricas com dados de boa qualidade, na bacia do Rio Madeira no Brasil.

Fonte: ANA, 2010.

## O REGIME FLUVIOMÉTRICO DA BACIA DO MADEIRA

Para este tipo de estudo normalmente se utiliza um período de 30 anos de dados. No caso, utilizamos o período compreendido entre 1980 a 2010, antes portanto da entrada em operação das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio localizadas em Rondônia.

O nível do Rio Madeira pode chegar a uma diferença de mais de 18 m entre seus períodos de cheia e de seca. Como a bacia do Rio Madeira é muito ampla, drenando terrenos com distribuição de chuvas diferenciada, constatamos nas estações fluviométricas que a diferença dos níveis entre a máxima de enchente e mínima de vazante (a amplitude) é maior ao longo desse rio do que nos seus tributários. O que acontece no canal principal é resultado da soma e interação do que acontece em cada um dos tributários.

Na Figura 26, podemos ver a variação entre as águas altas (em azul) e baixas (em rosa), registrada na estação de Manicoré, abrangendo um raio de 50 km na frente desta cidade, atingindo uma área de até a 2.313 km<sup>2</sup>. (Fig. 26)

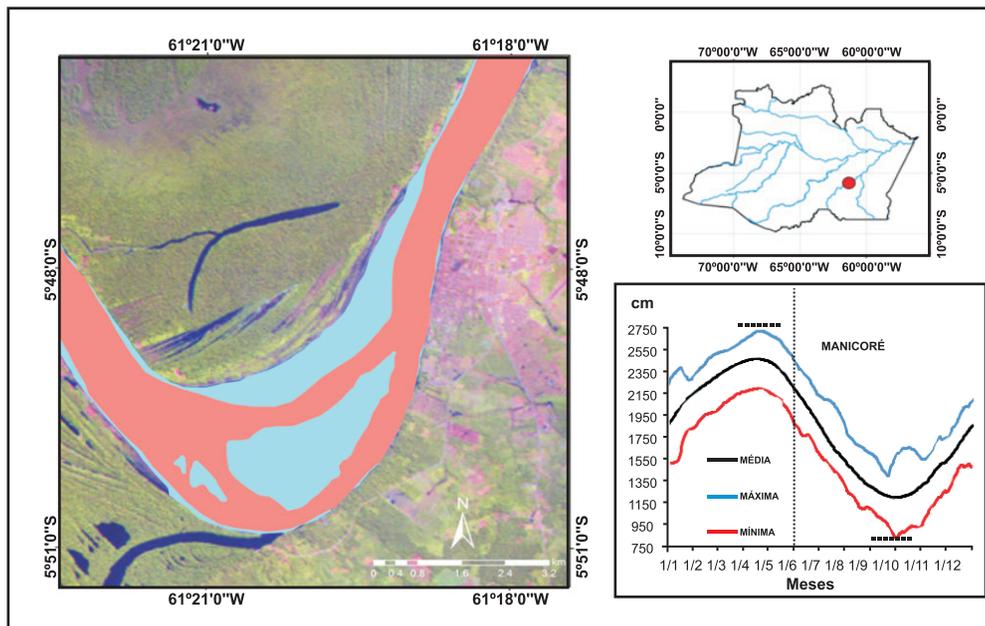


Figura 26. Imagens de satélite com modelo colorido, mostrando a variação do nível do Rio Madeira nos anos de 2005 e 2009 em frente à cidade de Manicoré.

Fonte: Muniz, et al. 2013.

A maior parte das estações da Bacia do Madeira registra períodos de enchente nos meses de março, abril e maio, com pico em abril, e período de vazante nos meses de setembro e outubro (Fig. 27). Os gráficos das estações fluviométricas também mostraram um único pico de cheia e vazante por ano.

**Pensando bem!**

O Rio Madeira pode chegar a mais de 18 m entre a altura máxima de enchente - a cheia - e a mínima de vazantes - a seca - a altura de um prédio de 6 andares!

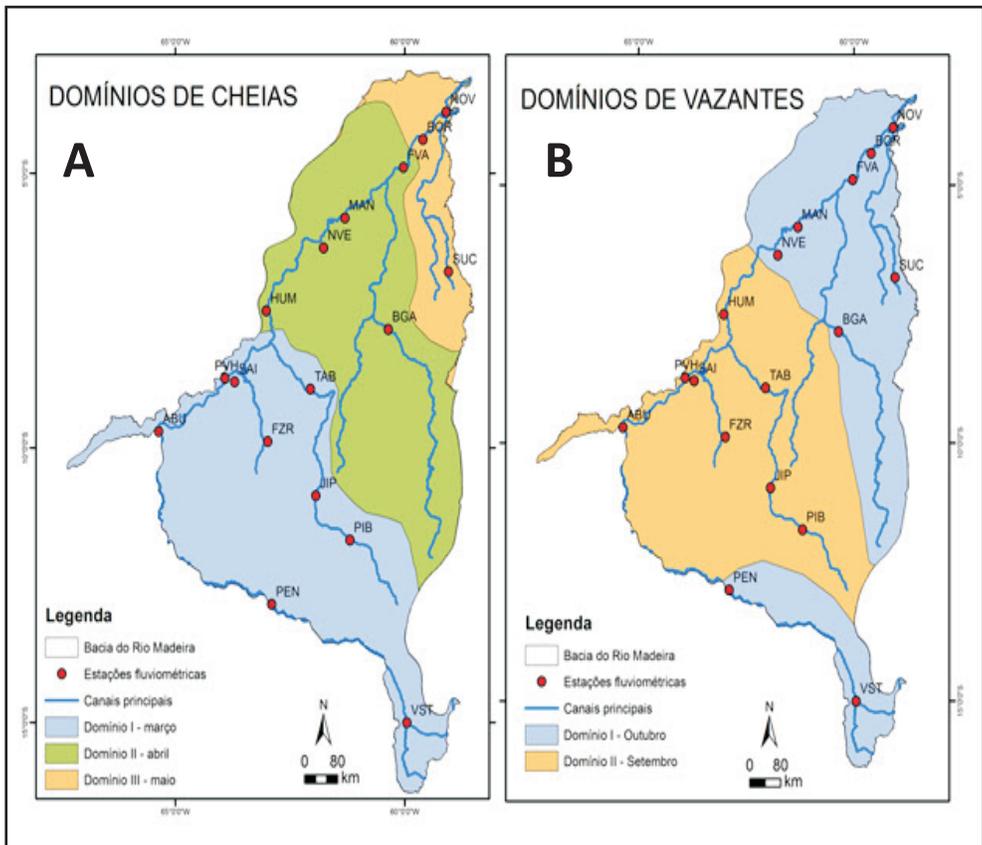


Figura 27. Mapa classificação de domínios de cheias (A) e Domínios de Vazantes (B) na Bacia do Rio Madeira.

Fonte: Luciana Muniz, 2013.

Os meses em que ocorrem os picos de águas altas foram agrupados em domínios de cheias, constituindo 3 zonas de domínio de águas bem definidas (*Fig. 27 A*). Em cada um deles, há uma única e gradual propagação nas máximas de cotas fluviométricas de montante (parte alta) para jusante (parte baixa) no rio principal. As regiões medidas pelas estações das zonas de domínio I, II, e III apresentam, respectivamente, picos de máximas nos meses de março, abril e maio.

Para as águas baixas (*Fig. 27 B*) verificou-se a existência de apenas duas regiões: Domínio I - águas baixas em setembro para maioria das estações da bacia; e Domínio II - em outubro, principalmente incluindo as estações que abrange as áreas de jusante do Madeira.

## **EVENTOS DE CHEIA E ESTIAGEM**

De acordo com os dados hidrológicos disponíveis, eventos de cheias são mais frequentes na bacia do Rio Madeira do que estiagem. As 4 cheias mais importante para toda a área da bacia ocorreram nos anos de 1997, 2006, 2009 e 2012. O ano que apresentou maiores valores na série histórica foi o de 1997. O ano que mais sensibilizou a sociedade, no entanto, foi o de 2014, com uma cheia recorde, mas não entre as quatro maiores.

Para a Amazônia, a seca de 2010 foi citada como mais drástica que a de 2005. Os dados de níveis dos rios mostraram a mesma intensidade para ambos eventos na bacia do Madeira.

Os eventos críticos de cheia e estiagem não se comportam da mesma forma ao longo da calha do Rio Madeira, isso porque existe um efeito retardatório dos picos de cheia e vazante de montante para jusante. Estas características das variações do nível d'água na Amazônia devem-se a diferença de tempo entre os picos de vazão dos grandes tributários que provocam um efeito de barramento hidráulico (uma "barragem" formada pelas águas de um rio impedindo que outro rio baixe) e com o armazenamento sazonal de águas em planícies de inundação ou "várzeas".

No curso principal, são observadas diferenças nos níveis desde a parte alta da bacia (montante) até próximo à foz (jusante). Na foz do Madeira, ocorre um remanso, ou seja, um barramento hidráulico do Rio Amazonas sobre o Rio Madeira, e com isso as águas vão ficando represadas e se alastram pelas várzeas à medida em que se aproxima da foz.

## CONSEQUÊNCIAS SOCIAIS DOS EVENTOS EXTREMOS

Cheias e secas, bem como a variabilidade natural do regime hidrológico, influenciam a vida das pessoas, na zona rural e nas cidades. Situações diversas ocorrem como: falta d'água, dificuldades de transporte, e conseqüentemente a falta de mercadorias no interior, problemas de geração de energia, inundações, perdas de plantio, afogamento e outras, resultando em condição de situação de emergência ou estado de calamidade nos municípios.

Os municípios historicamente mais atingidos por eventos extremos de cheias e de estiagens (secas) no Rio Madeira são: Porto Velho, Manicoré, Novo Aripuanã e Borba (Fig. 28). Encontramos estes dados nos registros da Defesa Civil Nacional de enchentes ou inundações graduais e estiagens.

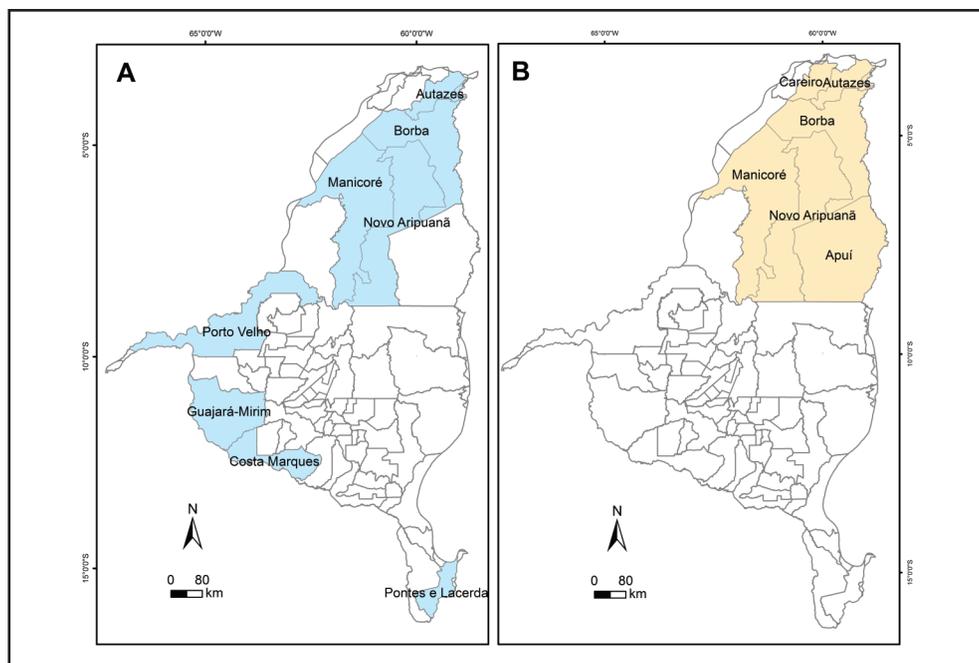


Figura 28. Distribuição dos municípios da bacia do Rio Madeira mais frequentemente afetados pelas cheias em azul (A) e pelas estiagens em bege (B).

Fonte: Luciana Muniz, 2013.

**Situação de emergência e estado de calamidade pública:** são definidas por portarias pelas quais o poder público reconhece uma situação de anormalidade, provocada por desastre, causando danos à comunidade afetada. A emissão desses documentos é pré-requisito essencial para a disposição de recursos financeiros a serem empregados nas ações assistenciais emergenciais de áreas afetadas.

Com base na análise dos documentos oficiais, os efeitos dos eventos de cheias e estiagem na bacia do Rio Madeira, em território brasileiro, são mais significativos nos municípios do estado do Amazonas do que nos de Rondônia. Até 2010, o município de Humaitá não possuía registros importantes de eventos extremos. Em 2014, ele foi um dos mais atingido, sendo decretado estado de calamidade pública por causa da cheia.

**DEU NO JORNAL:**

**“HUMAITÁ ESTÁ O RETRATO DO CAOS COM A CHEIA (2014) NO RIO MADEIRA**



*Foto: J. Renato Queiroz*

O Município de Humaitá vive um caos nunca antes visto. A cidade que tem 46 mil habitantes está com quase 40% da sede submersa e 100% da área de várzea, onde moram 2 mil famílias alagada. O município é o único do Amazonas em Estado de Calamidade Pública. Oito dos 13 bairros foram inundados e a população sofre com apagões de energia elétrica, falta combustível e até de alimentos”.

Fonte: MESQUITA, FLORÊNCIO. A crítica. Portal Amazônia. 24 de março de 2014. Disponível em: <http://acritica.uol.com.br/amazonia/Humaita-retrato-cheia-Rio-Madeira>.

## **PARA TERMINAR**

Esta cartilha adota a bacia hidrográfica como unidade de estudo do meio natural. Apresentamos, de forma introdutória, as características da Bacia do Rio Amazonas e de sua sub-bacia do Rio Madeira, a partir da ótica da Hidrogeografia, que põe em evidência a relação entre os rios e o ser humano, buscando entender e melhorar a relação entre os dois.

Rios e homens serão cada vez mais úteis um ao outro à medida em que o ser humano perceber o que já dizia o escritor Amazônida Leandro Tocantins, [...] “é o rio quem comanda a vida na Amazônia!”

## **PARA SABER MAIS**

ANA, Agência Nacional de Águas. **Dados Hidrológicos**. <http://www.ana.gov.br>. Acesso: 10/03/2010.

CASTRO, A. L. C.; CALHEIROS, L. B. CUNHA, M. I. R.; BRINGEL, M. L. N. C. **Manual de Desastres: Desastres Naturais**. Brasília: Ministério de Integração Nacional, 2007. 182p.

OBT. Coordenação Geral de Observação da Terra/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Imagens de satélite **LANDSAT/TM**. <http://www.obt.inpe.br/>. Acesso: 12/12/2014.

FILIZOLA, N., GUYOT, J.L., MOLINIER, M. GUIMARÃES, V., OLIVEIRA, E. FREITAS. M.A. Caracterização hidrológica da bacia Amazônica. In. RIVAS, A. & FREITAS, C.E.DEC. **Amazônia uma perspectiva interdisciplinar**, Manaus, Brasil. EDUA, 2002. p.33-53.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos**. – Brasília: MMA, 2006. 124 p.

MUNIZ, L. S. **Análise dos Padrões Fluviométricos da Bacia do Rio Madeira – Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas - UFAM. FILIZOLA JUNIOR, N. P. (Orientador), 2013. 146p.

NOVO, E. M. Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p 219-247.

SANT'ANNA, L. **O maior rio do Mundo**. In: Amazônia – Ainda é possível salvar? Grandes Reportagens de O Estado de São Paulo. Nov. / Dez. 2007. p. 12 – 13.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3a ed. Petrópolis: Vozes, 1991. p. 46-61.

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Luciana da Silva Muniz**

É Geógrafa formada pelo Departamento de Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Letras da Universidade Federal do Amazonas, Mestra em Geografia Física pela Universidade Federal do Amazonas. Professora de Geografia da Secretaria Municipal de Educação de Manaus e professora credenciada de Geografia Física da graduação modular do Programa de Formação de Professores – PARFOR/UFAM.

### **Naziano Pantoja Filizola Junior**

É Geólogo formado pelo Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (IG/UnB, 1992), Mestre em Geologia Regional (IG/UnB, 1997) e Doutor em Hidrologia & Geologia pela Universidade Paul Sabatier - Toulouse III, França (2003). Professor Adjunto de Geografia Física (Graduação e Pós-Graduação) na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), coordena o Laboratório de Potamologia Amazônica (LAPA), além de ser professor colaborador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) no Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente.

### **Agradecimentos**

Ao professor Dr. Flávio Jesus Luizão pelo convite a participação do projeto PRONEX/FAPEAM Sul do Amazonas;

À professora Dra. Muriel Saragoussi pela revisão de texto e inúmeras sugestões;

E aos amigos que colaboraram com sugestões e ajustes de imagens e textos: Amarílis Rodrigues Donald, Edivana Aquino de Souza, Jessé Burlamaque, Dra. Maria Terezinha F. Monteiro e Dillings Maquiné.

### **Créditos**

Parte dos estudos desta cartilha integram a pesquisa de mestrado “Análise dos Padrões Fluviométricos da Bacia do Rio Madeira no Brasil” de Luciana da Silva Muniz (MUNIZ, L. S., 2013) executada entre os anos de 2011-2013 com apoio da FAPEAM e SEMED. Esta pesquisa foi desenvolvida no período de vigência do Projeto PRONEX Sul do Amazonas.





**LBA** Programa de Grande Escala Biosfera Atmosfera na Amazônia **FASE 2**

