



CONHECENDO AS ÁREAS ÚMIDAS AMAZÔNICAS:

**uma viagem pelas
várzeas e igapós**



PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff Linhares

MINISTRO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

José Aldo Rebelo Figueiredo

DIRETOR DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

Luiz Renato de França

PROJETOS

Grupo de Ecologia, Monitoramento e Uso Sustentável de Áreas Úmidas - PPI INPA/MAUA 15.123
Projeto de Cooperação Brasil/Alemanha (MCTI-INPA e Sociedade Max-Planck – INPA e Instituto Max-Planck de Química de Mainz)

Monitoramento e modelagem de dois grandes ecossistemas de áreas úmidas amazônicas em cenários de mudanças climáticas - PELD MAUA (CNPq/FAPEAM)

Instituto Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para Adaptações da Biota Aquática da Amazônia - INCT Adapta (CNPq/FAPEAM)

PRONEX - Caracterização, classificação e avaliação do potencial de uso como base para uma política do manejo sustentável das áreas úmidas do Estado do Amazonas (CNPq/FAPEAM)

Fatores reguladores da distribuição e diversidade de macrófitas aquáticas em nível local e geográfico nas principais tipologias alagáveis amazônicas (Edital Universal 2012-2014/CNPq)

Dendrocronologia e dendroecologia em áreas úmidas da Amazônia Central, Pantanal e Cerrado (Edital Universal 2012-2014/CNPq)

Biogeografia, ecologia de comunidades, e classificação de habitats úmidos dominados por *Mauritia flexuosa* L. na Bacia Amazônica (Edital Universal 2011-2013/CNPq)





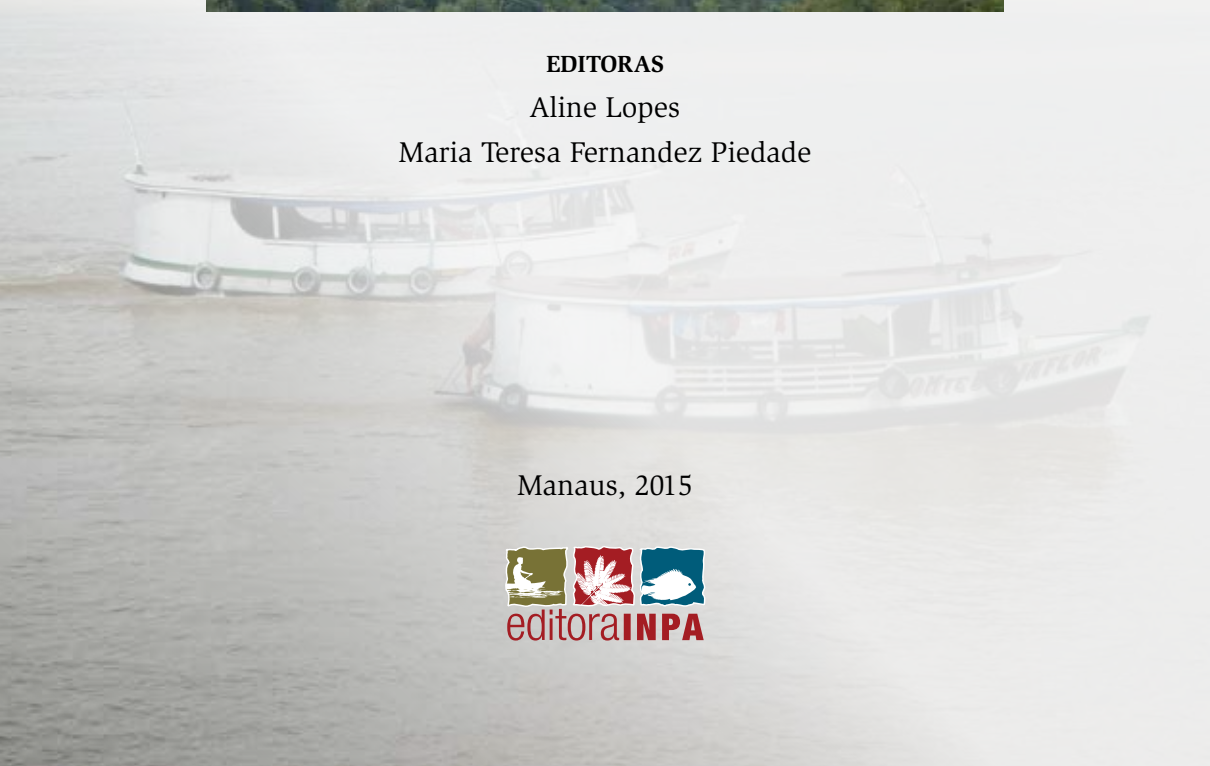
CONHECENDO AS ÁREAS ÚMIDAS AMAZÔNICAS:

**uma viagem pelas
várzeas e igapós**

EDITORAS

Aline Lopes

Maria Teresa Fernandez Piedade



Manaus, 2015



editora **INPA**

EDITORAS

Aline Lopes, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - PELD MAUA, Manaus, Brasil alopesmga@gmail.com

Maria Teresa Fernandez Piedade, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brasil maitepp@inpa.gov.br

REVISÃO

Karina Lopes de Paula, psicóloga, mestre em ciências da educação e técnica do Núcleo de Educação Especial (NUESP) da rede estadual de ensino do Mato Grosso do Sul. karinapsi@hotmail.com

Pia Parolin, doutora e livre-docente em biologia na Universidade de Hamburgo (Alemanha). Estuda a ecologia e fisiologia de árvores nas áreas alagáveis neotropicais. pparolin@botanik.uni-hamburg.de

PROJETO GRÁFICO

Tito Fernandes

FOTOS DA CAPA

Cyro Assahira: Vista aérea de florestas alagáveis, 2013.

FOTOS DA ABERTURA DOS CAPÍTULOS

Capítulo 1. Aline Lopes: Várzea na RDS Mamirauá (Tefé, Amazonas), 2008.

Capítulo 2. Cyro Assahira: Vista aérea de florestas alagáveis, 2013.

Capítulo 3. Jochen Schöngart: Vista aérea de florestas alagáveis de igapó do Rio Negro (Barcelos, Amazonas), 2005.

Capítulo 4. Manuela Cerejo: floresta de várzea no rio Solimões, 2013.

Capítulo 5. Jefferson da Cruz: banco de macrófitas aquáticas com dominância de *Cabomba aquatica* no Parque Nacional do Viruá, RR, 2013.

Capítulo 6. Maria Gabriela Fink: Pesca de pirarucu, 2012.

Capítulo 7. Aline Lopes: lagartas de mariposa (Lepdotpra: Saturniidae) sobre galho de árvore no rio Cuiuni (Barcelos, Amazonas), 2012.

Capítulo 8. Cyro Assahira: Ariranha em cativeiro no INPA, 2013.

Capítulo 9. Adriano Costa Quaresma: *Cattleya violacea*: Orquídea epífita comum em florestas alagáveis de igapó (Parque Nacional do Jaú, Amazonas), 2013.

Capítulo 10. Luciana Crema. Resex Tapajós. Gaivotas sobre galhos de árvore inundada, 2014.

Capítulo 11. Cyro Assahira: Floresta de árvores de *Eschweilera tenuifolia* (Lecythidaceae) no Parque Nacional do Jau, 2013.

Capítulo 12. Carolina Freitas: Árvores de açaí (*Euterpe precatoria*) ao redor de uma residência ribeirinha, 2013.

Capítulo 13. Cyro Assahira: árvores mortas à jusante da Hidrelétrica de Balbina no Rio Uatumã, 2013.

Capítulo 14. Aline Lopes: Resíduos de petróleo no Rio Cururu (Manaus, Amazonas), 10 anos após o derramamento de petróleo, 2009.

Capítulo 15. Naara Ferreira da Silva. Confeção de exsiccatas, 2014.

Capítulo 16. Aline Lopes: Pôr-do-sol no Rio Negro (Barcelos, Amazonas), 2010.

EDITORA INPA

Editor: Mario Cohn-Haft. **Produção editorial:** Rodrigo Verçosa; Shirley Ribeiro Cavalcante; Tito Fernandes.

Bolsistas: Angela Hermila, Henrique Silva, Izabele Lira, Tiago Nascimento, Sara Oliveira.

FICHA CATALOGRÁFICA

C749 Conhecendo as áreas úmidas amazônicas: uma viagem pelas várzeas e igapós / Editoras Aline Lopes, Maria Teresa Fernandez Piedade. -- Manaus : Editora INPA, 2015.
164 p. : il. color.

ISBN 978-85-211-0135-2

1. Várzea – Amazônia. I. Lopes, Aline. II. Piedade, Maria Teresa Fernandez.

CDD 574.526325



Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Av. André Araújo, 2936 – 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

*Este livro é
dedicado ao futuro:
Maria Luiza,
Camilla Sophia e
Cecília*

Sumário

AUTORES	9
APRESENTAÇÃO: Wolfgang Junk	11
PREFÁCIO: Editoras	13
CAPÍTULOS	
1. Iniciando a viagem pelas áreas úmidas amazônicas: Maria Teresa Fernandez Piedade, Jochen Schöngart, Florian Wittmann, Pia Parolin, Monica Elisa Bleich, Aline Lopes.	15
2. Entre a água e a terra: áreas úmidas (AUs): Sejana Artiaga Rosa, Naara Ferreira da Silva, Natalia de Castro, Yuri Oliveira Feitosa, Maria Teresa Fernandez Piedade.	23
3. Tipos de áreas úmidas amazônicas: Tatiana Andreza da Silva Marinho, Joana D`Arc de Paula, Eduardo Antonio Ríos-Villamizar, Jochen Schöngart.	33
4. As árvores das florestas alagáveis da Amazônia: Natalia Targhetta, Daniel Praia Portela de Aguiar, Bruno Barçante Ladvoat Cintra, Florian Wittmann.	41
5. Conhecendo as macrófitas aquáticas da Amazônia: Aline Lopes, Naara Ferreira da Silva, Pauline Oliveira Pantoja, Luciana Carvalho Crema, Aurélia Bentes Ferreira, Jefferson da Cruz, Maria Teresa Fernandez Piedade.	53
6. Áreas alagáveis da Amazônia e seus recursos pesqueiros: Bianca Weiss Albuquerque, Daniel Praia Portela de Aguiar, Sejana Artiaga Rosa, Jansen Zuanon.	63
7. Artrópodes nas áreas úmidas amazônicas: Joana D`Arc de Paula, Aline Lopes, Maria Teresa Fernandez Piedade, Neusa Hamada.	75
8. Nem tudo que nada é peixe: os mamíferos aquáticos amazônicos: Luciana Carvalho Crema, Adriano Costa Quaresma, Vera Maria Ferreira da Silva.	83
9. As epífitas vasculares em áreas úmidas amazônicas: Adriano Costa Quaresma, Deborah Castro, John Ethan Householder, Josephina Veiga, Mário Augusto G. Jardim.	95

10. As aves nas áreas úmidas amazônicas: Marco Aurélio-Silva, Deborah Castro.	107
11. Como funcionam as árvores das florestas inundáveis da Amazônia? Heloide de Lima Cavalcante, Aline Lopes, Luiz Rubens Piedade, Maria Astrid Rocha Liberato, Cristiane Silva Ferreira.	117
12. Os habitantes das áreas alagáveis amazônicas e o uso de recursos vegetais: Carolina Tavares de Freitas, Layon Oreste Demarchi, Diana Nunes de Oliveira, Astrid de Oliveira Wittmann, Florian Wittmann.	129
13. Ameaças recentes às áreas úmidas da Amazônia: Sejana Artiaga Rosa, Eliane Silva Batista, Bruno Barçante Ladvoat Cintra, Cyro Assahira, Jochen Schöngart.	139
14. Contabilizando danos ambientais: Kelvin Uchoa, Aline Lopes, Maria Teresa Fernandez Piedade, Keillah M. N. Barbosa.	151
15. A experiência do trabalho técnico nas áreas úmidas da Amazônia: Elizabeth Rodrigues Rebouças, Conceição Lucia Maia Costa, Celso Rabelo Costa, Valdeney de Araújo Azevedo.	157
16. A difícil e necessária tarefa de preservar as áreas úmidas amazônicas (Síntese): Aline Lopes, Jochen Schöngart, Florian Wittmann, Pia Parolin, Maria Teresa Fernandez Piedade.	167

Autores dos Capítulos

Adriano Costa Quaresma

Mestre em botânica pelo MPEG, doutorando em ecologia/INPA. Estuda ecologia de epífitas vasculares em áreas úmidas amazônicas. acq.quaresma@gmail.com

Aline Lopes

Doutora em ecologia pelo INPA. Estuda ecologia de macrófitas aquáticas e efeitos da poluição sobre as plantas aquáticas. alopesmga@gmail.com

Astrid de Oliveira Wittmann

Doutora em botânica pelo INPA. Professora do Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas. aowittmann@gmail.com

Aurélia Bentes Ferreira

Graduanda em ciências biológicas / Unicel-Faculdades Literatus, Bolsista PIBIC/INPA. Estuda ecologia de macrófitas aquáticas e ecofisiologia de espécies arbóreas de áreas alagáveis. bonnie.ferreira12@gmail.com

Bianca Weiss Albuquerque

Mestranda em biologia de água doce e pesca interior pelo INPA. Estuda a interação entre peixes e plantas dentro de florestas de várzea. biaweissalbuquerque@gmail.com

Bruno Barçante Ladvoat Cintra

Mestre em ecologia pelo INPA, bolsista DTI/INPA. Estuda ecologia de florestas tropicais e mudanças climáticas. biomail.bruno@gmail.com

Carolina Tavares de Freitas

Mestre em ecologia pelo INPA. Estuda a relação entre os seres humanos e o meio ambiente, e os conhecimentos de povos tradicionais sobre aspectos ecológicos. carol.tavares.freitas@gmail.com

Celso Rabelo Costa

Técnico nível III - CDAM no INPA. Realiza atividades relacionadas à organização e planejamento de excursões, apoio logístico e administrativo. ccosta@inpa.gov.br

Conceição Lúcia Maia Costa

Técnica nível III - CDAM no INPA. Realiza atividades relacionadas à digitação de dados diversos e apoio de campo. ccosta@inpa.gov.br

Elizabeth Rodrigues Rebouças

Técnica nível I - CDAM no INPA. Mestre em Agricultura no Trópico Úmido pelo INPA. Realiza atividades de campo, laboratório e casa de vegetação. elizabeth@inpa.gov.br

Cristiane da Silva Ferreira

Doutora em botânica pelo INPA. Professora de Fisiologia Vegetal na Universidade de Brasília (UnB). Estuda ecofisiologia da geminação e tolerância de plantas a estresses abióticos. cferreira@unb.br

Cyro Assahira

Mestre em botânica pelo INPA. Estuda dendrocronologia e impactos das usinas hidrelétricas na Amazônia. cyro.assahira@gmail.com

Daniel Praia Portela de Aguiar

Mestrando em ecologia pelo INPA. Estuda os efeitos da inundação sobre as árvores de igapó. praia_d@yahoo.com.br

Deborah Castro

Mestre em ecologia pelo INPA. Estuda ecologia de árvores e arbustos em áreas úmidas amazônicas. djl.castro@gmail.com

Diana Oliveira

Mestranda em botânica pelo INPA. Estuda etnobotânica de quintais em áreas urbanas de Manaus. diana.biologia@yahoo.com.br

Eduardo Antonio Ríos-Villamizar

Doutor em clima e ambiente pelo INPA-UEA. Estuda os recursos hídricos, qualidade da água, áreas úmidas, bacias hidrográficas, conservação, serviços e educação ambiental. eduardorios17@hotmail.com

Eliane Silva Batista

Mestre em clima e ambiente pelo INPA, doutoranda em clima e ambiente pelo INPA. Estuda dinâmica do carbono na biomassa lenhosa e dendroclimatologia em florestas de igapó. batista.elianes@gmail.com

Florian Wittmann

Doutor em geografia física pela Universidade de Mannheim (Alemanha) e livre-docente em geografia física pela Universidade de Bayreuth (Alemanha). Estuda a ecologia e fitogeografia das áreas alágaveis neotropicais.
f-wittmann@web.de

Heloide de Lima Cavalcante

Mestranda em botânica pelo INPA. Estuda ecofisiologia de espécies arbóreas em áreas alagáveis. heloide.bio@gmail.com

Jansen Zuanon

Doutor em ecologia pela Unicamp, Pesquisador da Coordenação de Biodiversidade do INPA. Desenvolve pesquisas sobre História Natural, Ecologia e Taxonomia de peixes amazônicos. jzuanon3@gmail.com

Jefferson da Cruz

Doutor em botânica pelo INPA. Professor adjunto da Universidade Federal do Amazonas. Estuda morfologia, taxonomia e ciclos de vida de macrófitas aquáticas e de palmeiras amazônicas. jeffdacruz2@gmail.com

Joana D'Arc de Paula

Doutora em ecologia pelo INPA. Professora-adjunta na Universidade Nilton Lins. Estuda ciclagem de nutrientes em ambientes aquáticos, dinâmica da matéria orgânica, bioindicadores de qualidade de água. jddpaula@gmail.com

Jochen Schöngart

Doutor em ciências florestais pela Universidade de Göttingen (Alemanha) e livre-docente em crescimento florestal pela Universidade de Freiburg (Alemanha). Pesquisador Adjunto do INPA. Estuda a idade de árvores e a relação entre o crescimento arbóreo e suas relações com fatores ambientais em áreas úmidas.
jochen.schongart@inpa.gov.br

John Ethan Householder

Mestre em ciências ambientais (TCU), doutorando em ecologia pelo INPA. Estuda ecologia e biogeografia de plantas. jehouseholder@gmail.com

Josephina Barata da Veiga

Doutora em botânica pelo INPA. Estuda ecofisiologia de espécies arbóreas de florestas alagáveis. josephinaveiga@gmail.com

Keillah M. N. Barbosa

Doutora em engenharia florestal pela Universidade Federal do Paraná. Pesquisadora da Universidade Nilton Lins e membro do Grupo de Ecologia. Estuda quintais urbanos e a fitossociologia da várzea
kmarantha@hotmail.com

Kelvin Uchoa

Bacharel em ciências contábeis. Bolsista DTI/INPA. Estuda a contabilização de danos ambientais. kelvinuchoa@gmail.com

Layon Oreste Demarchi

Mestre em ecologia pelo INPA. Estuda florística e fitossociologia de formações vegetais amazônicas, e seus usos pelas populações humanas. layon_lod@yahoo.com.br

Luciana Crema

Mestre em aquicultura pela UNESP, doutoranda em biologia de água doce e pesca interior pelo INPA. Estuda ecologia de macrófitas aquáticas e ecologia alimentar de peixe-boi-amazônico. luciana.carvalho.crema@gmail.com

Luiz Rubens Piedade

Doutor em ciências farmacêuticas (ecologia química) pela Universidade de Strathclyde, Escócia. Estuda aspectos químico-ecológicos de interações planta-inseto, com enfoque no controle de pragas. rubiscola@gmail.com

Marco Aurélio-Silva

Mestre em ecologia pelo INPA. Técnico da Coleção de Aves do Programa de Coleções Científicas Biológicas – INPA. Estuda ecologia de aves amazônicas. marco.aurelio@inpa.gov.br

Maria Astrid Rocha Liberato

Doutora em botânica pelo INPA. Professora adjunta da Universidade do Estado do Amazonas. Realiza pesquisas sobre a ecofisiologia de espécies arbóreas. astrid.liberato@gmail.com

Maria Teresa Fernandez Piedade

Doutora em ecologia pelo INPA. Pesquisadora-adjunta do INPA. Coordenadora do Grupo MAUA e PELD MAUA. Estuda a ecologia e o manejo de áreas úmidas com ênfase em macrófitas aquáticas. maitepp@inpa.gov.br

Mário Augusto G. Jardim

Doutor em ciências biológicas/ecologia vegetal, Pesquisador Titular do Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Botânica. Estuda ecologia, manejo e conservação de espécies de florestas alagadas. jardim@museu-goeldi.br

Monica Elisa Bleich

Doutora em ecologia pelo INPA. Docente na Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta. Tem experiência na área de Ecologia de Ecossistemas. monicableich@gmail.com

Naara Ferreira da Silva

Mestre em ecologia pelo INPA. Estuda a ecologia de espécies arbóreas das áreas alagáveis com ênfase nas relações planta-planta e seu papel na distribuição das espécies arbóreas. naara_fs@hotmail.com

Natalia de Castro

Mestre em ecologia pelo INPA. Estuda a influência da inundação em árvores de áreas alagáveis. nataliadecastro1@gmail.com

Natália Targhetta

Mestre em ecologia pelo INPA. Estuda a ecologia de florestas de áreas alagáveis. natalia.targhetta@gmail.com

Neusa Hamada

Doutora em entomologia pela Clemson University, EUA. Pesquisadora-adjunta INPA. Atua nas áreas de taxonomia, biologia e ecologia de insetos aquáticos. nhamada@inpa.gov.br

Pauline Oliveira Pantoja

Mestre em ecologia pelo INPA, doutoranda em ecologia pela Universidade de Stirling, Escócia. Estuda a ecologia de macrófitas aquáticas e a ecologia genômica de herbáceas ripárias. paulineop@gmail.com

Pia Parolin

Doutora e livre-docente em biologia pela Universidade de Hamburgo (Alemanha). Estuda a ecologia e fisiologia de árvores nas áreas alagáveis neotropicais. pparolin@botanik.uni-hamburg.de

Sejana Artiaga Rosa

Doutora em clima e ambiente pelo INPA-UEA, pós-doutoranda pelo INAU/CNPq. Estuda aspectos dendroecológicos e dendroclimáticos de espécies arbóreas de áreas úmidas dos biomas Amazônico, Cerrado e Pantanal. sejansme@hotmail.com

Tatiana Andreza da Silva Marinho

Mestre em botânica pelo INPA, doutoranda em ecologia pelo INPA. Estuda a distribuição e o crescimento de espécies arbóreas em florestas alagáveis da Amazônia. tatiana_andreza77@yahoo.com.br

Valdeney de Araújo Azevedo

Técnico nível III – CDAM no INPA. Realiza atividades de campo e de laboratório, relacionadas à herborização de material botânico, preparação de exsicatas, manutenção do herbário. valdeney.azevedo@inpa.gov.br

Vera Maria Ferreira da Silva

Doutora em ecologia de mamíferos e reprodução pela Universidade de Cambridge, Reino Unido. Vice-curadora da Coleção de Mamíferos do INPA. Desenvolve pesquisas na área de zoologia, com ênfase em biologia e conservação de mamíferos aquáticos. vmfdasilva@gmail.com

Yuri Oliveira Feitosa

Mestre em ecologia pelo INPA. Estuda paleoecologia e ecologia vegetal. yfeitosa@gmail.com

Apresentação

“Agora nós entendemos, que o vento e a planície e a floresta e a água atuam intrinsecamente em conjunto, e nós entendemos que absolutamente tudo na Amazônia tem que submeter-se à sua influência, do menor ser vivo até a atividade e o comportamento dos homens” (Bluntschli 1921).

O anatomista Suíço Hans Bluntschli (1921) foi o primeiro cientista que percebeu a Amazônia de uma forma integral, como um “*organismo harmônico*”, determinado pelo vento (atmosfera), a planície, a floresta e a água. Essa pode ser considerada a primeira descrição genuinamente ecológica da região. A percepção científica moderna sublinha esta visão pela estimativa de que cerca 30% da Amazônia é coberta pelos mais diversificados tipos de áreas úmidas (AUs). Que tipo de ecossistema poderia representar de melhor maneira a intrínseca interação entre a planície, a água e a floresta do que as extensas AUs Amazônicas, localmente chamadas de várzeas e igapós?

Estudos sobre diferentes aspectos destes ecossistemas datam deste o século 19, e começaram a crescer nas últimas décadas, como resumido no primeiro capítulo deste livro. Porém, com o crescimento do conhecimento abriu-se uma brecha entre a comunidade científica e a população em geral. Os trabalhos científicos não estão disponíveis para o grande público e a linguagem técnica, frequentemente em inglês, não pode ser entendida pelos leigos. Por outro lado, os cientistas ficam frustrados pela baixa repercussão e pela falta de reconhecimento dos seus resultados pela população Amazônica, inclusive por seus políticos, o que gera uma situação incômoda e insatisfatória para ambos os lados.

Para fechar esta lacuna, os membros do grupo “Ecologia, Monitoramento e Uso sustentável de Áreas Úmidas” (MAUA) do INPA, com longa tradição em pesquisas sobre as AUs da região, se reuniram com a tarefa de escrever o presente livro. Ele apresenta as principais linhas do conhecimento científico moderno sobre as grandes AUs Amazônicas, especialmente sobre as várzeas e igapós. A linguagem é simples, porém cientificamente correta. Alcançar esta característica foi possível pela combinação dos autores responsáveis pelos capítulos individuais, alunos e técnicos, por um lado, e cientistas experientes, pelo outro.

O livro começa com uma introdução ao assunto incluindo a explicação de alguns termos técnicos, tais como áreas úmidas, várzeas, igapós, água branca, água preta e água clara. Depois, ele apresenta o histórico do grupo MAUA

com suas raízes nos anos de 1960, na cooperação entre o INPA e o Instituto Max-Planck para Limnologia de Plön, na Alemanha. Os próximos dois capítulos descrevem as estruturas e funções principais das AUs, e a sua classificação. Os oito capítulos seguintes tratam de diferentes grupos de plantas e animais, oferecendo aspectos interessantes sobre as suas adaptações para a vida em um ambiente que alterna fases com condições periodicamente inundadas e periodicamente secas. Os últimos cinco capítulos se concentram na ação do homem, tanto no uso quanto nos danos e ameaças que ele impõe à estes ecossistemas. Todos os termos técnicos são explicados em uma linguagem simples permitindo o fácil acompanhamento do texto pelo leitor leigo. Todos os capítulos são bem ilustrados e contêm em seu final uma pequena lista de trabalhos e livros, para leitores que desejarem informações científicas pormenorizadas.

Com esta abordagem o time do grupo MAUA conseguiu escrever um livro que até agora faltava na vasta literatura sobre as AUs da Amazônia. O livro leva o leitor leigo, alunos de graduação e até de pós-graduação para uma viagem divertida e instrutiva pelas AUs amazônicas, que representam os ecossistemas mais complexos e fascinantes da região, onde *sensu* Bluntschli (1921 “o vento e a planície e a floresta e a água atuam intrinsecamente em conjunto, e ...absolutamente tudo ... tem que submeter-se a sua influência, do menor ser vivo até a atividade e o comportamento dos homens”. Parabéns aos autores por esta obra!

.....
Bluntschli, H. (1921): Die Amazonasniederung als harmonischer Organismus.- Geogr. Z. 27: 49-67.

Wolfgang Junk

Prefácio

Porque uma pessoa resolve ser cientista? Esta é uma pergunta difícil de responder, pois os motivos podem ser diversos, desde seguir os passos de um dos pais ou familiares, até a pura casualidade. Entretanto, uma coisa em comum todos os cientistas devem ter: a curiosidade e a vontade de entender o funcionamento das coisas. Quando esses cientistas trabalham com a natureza, essa curiosidade está focada em entender como são os seres vivos, como eles funcionam para poderem ser como são, quais são as características e funcionamento dos ambientes onde eles vivem e como esses seres vivos interagem entre si e com esse meio ambiente. Acumular este tipo de conhecimento é a base para o uso adequado dos ecossistemas e seus organismos, e também para sua manutenção, não apenas no presente, mas também para as gerações futuras.

Assim, a importância do conhecimento gerado pelos cientistas é clara. Porém, para que esse conhecimento seja eficaz, ele deve ser levado à sociedade. Isso é fundamental porque as ações de cuidado e uso adequado dos ecossistemas são feitas, de forma direta, pela população. Então, essa população deve ser informada sobre a maneira adequada e os riscos do uso indevido dos ambientes. Podemos então perceber que apenas fazer ciência não basta, pois ela somente será efetiva se os resultados e o conhecimento gerados forem levados à população que a financia e aos tomadores de decisões sobre o meio ambiente. Somente assim as descobertas da ciência poderão ser revertidas em formas de melhoria das condições de vida das populações, em harmonia com o meio ambiente.

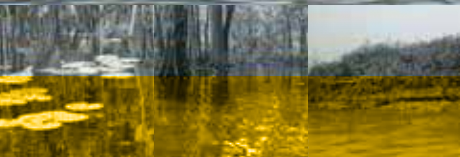
O presente livro foi pensado com base nessa filosofia, e acreditando que cabe ao homem o papel de gestor dos ambientes do planeta e, por isso, ele tem o dever de fazer essa gestão da melhor maneira possível. Este volume resulta de um trabalho coletivo de pesquisa e também de redação de todos os participantes do Grupo MAUA (Ecologia, monitoramento e uso sustentável de áreas úmidas). O Grupo MAUA trabalha há décadas nas áreas úmidas (AUs) brasileiras, especialmente aquelas da Amazônia, gerando informações sobre esses ambientes fascinantes, importantes e frágeis. Nele tivemos a imensa satisfação de reunir as contribuições de pesquisadores, técnicos, estudantes de pós-graduação e estagiários. Cada um apresentou uma síntese do conhecimento disponível sobre diferentes aspectos desses ambientes, e também sua visão e experiência, o que resultou em um trabalho coletivo único sobre as AUs Amazônica.

Este exercício de reunião de saberes culminou na obra que agora disponibilizamos para a sociedade. Neste livro foi evitado o uso de termos técnicos muito específicos, para facilitar a compreensão das informações, mas referências com análises mais profundas são apresentadas em cada um dos capítulos, para aqueles que desejarem se aprofundar nas temáticas.

Esperamos que este trabalho, construído com muita cooperação e carinho seja uma leitura proveitosa para todos, especialmente para os jovens das escolas secundárias, os cientistas da Amazônia de amanhã.

Manaus, 11 março de 2015

Aline Lopes
Maria Teresa Fernandez Piedade
Editoras



CAPÍTULO 1

Iniciando a viagem pelas Áreas Úmidas Amazônicas

Maria Teresa Fernandez Piedade
Jochen Schöngart
Florian Wittmann
Pia Parolin
Monica Elisa Bleich
Aline Lopes

O que são e porque estudar as áreas úmidas da Amazônia

Mesmo quem nasceu na região amazônica e conhece os rios da região desde criança fica encantado com a beleza natural desses ambientes. Os viajantes que aqui chegam, a passeio ou a trabalho, nem se fala... Essa imensidão de água, as margens dos rios e sua vegetação magnífica, enormes árvores, palmeiras, milhares de insetos e espécies de peixes, o peixe-boi, o boto... Tanta coisa para se ver e aprender que ninguém pode deixar de ficar maravilhado. Além disso, em cada período do ano coisas diferentes podem ser vistas: se os rios estão com os níveis da água baixos, extensas praias aparecem. Em alguns lugares elas são de areia branquinha, como no Rio Negro, em outros, como no Rio Amazonas, as praias são mais barrentas. Mas se visitamos os mesmos lugares durante a cheia dos rios, podemos tocar as copas das árvores com a mão e navegar em pequenos canais, que nem poderíamos imaginar que existiam. Como explicar essa grandeza? Que ambientes são estes afinal?

Esses ambientes são as **áreas úmidas amazônicas**. Elas não estão distribuídas apenas ao longo das margens dos rios, mas também dos igarapés e em locais com solos mais arenosos situados no interior das florestas ou entre grandes rios, ou ainda nos conhecidos buritizais. Na verdade, somando todas essas pequenas e grandes áreas, é calculado que 30% da região,

ou aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados (maior que os estados do Amazonas e São Paulo juntos) da Amazônia correspondem a áreas úmidas, uma parte imensa dessa gigantesca região. Podemos agora entender porque é fundamental conhecê-las e estudá-las, não é?

As áreas úmidas podem ser divididas em várias categorias (tipologias), conforme suas características, como o tempo de inundação e os rios aos quais elas estão associadas. Se as áreas úmidas estão localizadas nas margens dos grandes rios da bacia amazônica elas são chamadas de **áreas alagáveis**. Essas áreas alagáveis são anualmente recobertas por águas quando os níveis dos rios sobem, devido ao acúmulo das chuvas em toda a área da bacia. Essa situação faz com que elas apresentem características tanto de ecossistemas terrestres (na fase de águas baixas, ou fase terrestre) como de ecossistemas aquáticos (na fase de águas altas, ou fase aquática). Entre as mais conhecidas estão aquelas que ficam nas margens do Rio Negro (Figura 1) e do Rio Amazonas (Figura 2). Enquanto que as áreas dos rios de águas pretas da Bacia Amazônica carregam poucos sedimentos, resultantes do desgaste de rochas muito antigas localizadas nas montanhas baixas ao norte e ao sul da bacia amazônica (Escudos das Guianas e do Brasil Central, respectivamente), aquelas ao longo dos rios barrentos são formadas pela deposição de grandes quantidades de sedimentos, provenientes do desgaste das regiões dos planaltos de altitude dos



Figura 1. Diferentes paisagens no Bacia do rio Negro. A) buritizal; B) floresta alagada; C) praia; D) macrófitas aquáticas. Fotos: Aline Lopes

Andes (altiplanos andinos), geologicamente muito mais jovens.

As diferenças na coloração das águas dos rios associados às áreas alagáveis amazônicas e suas características estão relacionadas a diferenças nas propriedades físicas e químicas do solo e da água das regiões nas quais esses rios nascem e pelas quais seus cursos correm. Assim, embora tenham em comum o fato de serem ambientes periodicamente inundados e periodicamente secos, as áreas alagáveis ao longo dos rios barrentos e mais férteis, denominadas de **várzeas**, diferem daquelas ao longo dos rios de águas pretas e claras, mais pobres e ácidas, denominadas de **igapós**. Por este motivo também, as florestas

de várzea e de igapó são diferentes em sua composição e número de espécies de plantas. Enquanto que na várzea podem ser encontradas cerca de 1.000 espécies de árvores, nos igapós esse número é ao redor de 600 espécies, e apenas aproximadamente 1/3 das espécies de várzea ocorrem no igapó.

A subida e descida anual do nível das águas dos rios da Amazônia é denominada de **pulso de inundação**. Esse é um fenômeno que acontece anualmente sempre ao redor dos mesmos meses, resultando em um pico de cheias entre junho e julho e um pico de secas nos meses de novembro e dezembro. Por ser assim regular, o pulso de inundação é de enorme im-



Figura 2. Diferentes paisagens na Bacia do rio Amazonas. A) aningal e palmeiras; B) floresta alagada; C) área de deposição de sedimentos sendo colonizadas pelas primeiras plantas (pioneiras); D) macrófitas aquáticas. Fotos: Aline Lopes

portância para os animais e plantas das áreas alagáveis, como também para os ribeirinhos que as habitam e delas tiram seu sustento. Esse pulso de inundação é responsável ainda pela alta diversidade de ambientes, organismos, ritmos de crescimento, ciclos de vida e desenvolvimento das comunidades de plantas e animais.

As áreas alagáveis têm um papel fundamental na região amazônica, proporcionando ao homem muitos benefícios, que são denominados de **serviços ambientais**. Entre eles, os mais importantes são a filtragem e retenção de água, o que melhora a qualidade da água e impede sua falta durante as fases nas quais as águas dos rios descem. As áreas alagáveis

também abrigam animais e plantas únicos no planeta e úteis ao homem, como por exemplo várias espécies de árvores, plantas aquáticas, cipós e peixes. Os habitantes das comunidades ribeirinhas utilizam as áreas alagáveis de acordo com os ciclos de cheias e secas dos rios. Como eles conhecem essa dinâmica, ajustam suas atividades econômicas como a agricultura, a pecuária, a pesca e a extração de madeira ao período mais adequado do ciclo das águas (**ciclo hidrológico**).

Principalmente nas últimas décadas, o homem tem alterado muito as áreas alagáveis. Grandes obras vêm sendo feitas, como é o caso de grandes hidrelétricas, de escavações para a

extração de minérios, e perfurações para a extração de petróleo. Todas essas ações aumentam o desmatamento e geram uma série de **danos ambientais**. É importante poder calcular os danos ecológicos, mas também econômicos provocados ao ambiente por essas e outras atividades. Por exemplo, quanto custa recolonizar uma área indevidamente desmatada, ou contaminada? Esses cálculos econômicos são necessários, tanto para poder impedir ou reduzir os impactos ambientais, quanto para poder cobrar àqueles que causaram esses danos.

Como surgiram os estudos nas áreas úmidas amazônicas?

Os trabalhos em áreas úmidas amazônicas tiveram início há mais de 50 anos, a partir de uma cooperação entre pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) em Manaus, Brasil, e pesquisadores da Sociedade Max-Planck da Alemanha, representados pelos Institutos Max-Planck de Limnologia (MPIL, até 2007) e Química (MPIC, desde 2007). Nesta mesma época pesquisadores de outros países como os Estados Unidos e França realizaram também importantes trabalhos que, juntamente com os estudos da cooperação Brasil-Alemanha, se constituem atualmente nos estudos clássicos das áreas úmidas amazônicas. Em seu início, o projeto concentrou as atividades ao longo do rio Solimões/ Amazonas, especialmente em áreas próximas aos grandes centros habita-

dos. A região ao redor da cidade de Manaus (Figura 3) foi uma das mais estudadas, principalmente nas áreas de várzea da Ilha da Marchantaria (Figura 3A), e nas áreas de igapó do Tarumã-Mirim (Figura 3B). Com esse esforço foi possível entender os principais processos determinando o funcionamento das áreas alagáveis das cercanias de Manaus. Entretanto, isso era pouco frente ao desafio de conhecer esses ambientes tão amplamente distribuídos na região. Desta forma, os esforços conjuntos de pesquisadores e estudantes vinculados ao INPA e também ao MPIL levou à criação, em 1985, do Grupo de Pesquisa (GP) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq “Ecologia, Monitoramento e Uso Sustentável de Áreas Úmidas - MAUA”. O grupo começou a aumentar sua área de atuação visando saber se outras áreas úmidas da Amazônia funcionavam da mesma maneira. Isto levou à expansão das atividades de pesquisa para toda a bacia amazônica brasileira, em uma ampla área de coleta, permitindo a comparação das diferentes áreas úmidas encontradas. Como resultado desse esforço, facilitado pelo Programa Núcleos de Excelência - PRONEX (“Tipologias Alagáveis” - 2007-2011), com apoio do CNPq e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM, e de parcerias com pesquisadores trabalhando nessa temática na UFMT (Universidade Federal do Mato Grosso) e na UnB (Universidade de Brasília), uma primeira classificação das áreas úmidas amazônicas

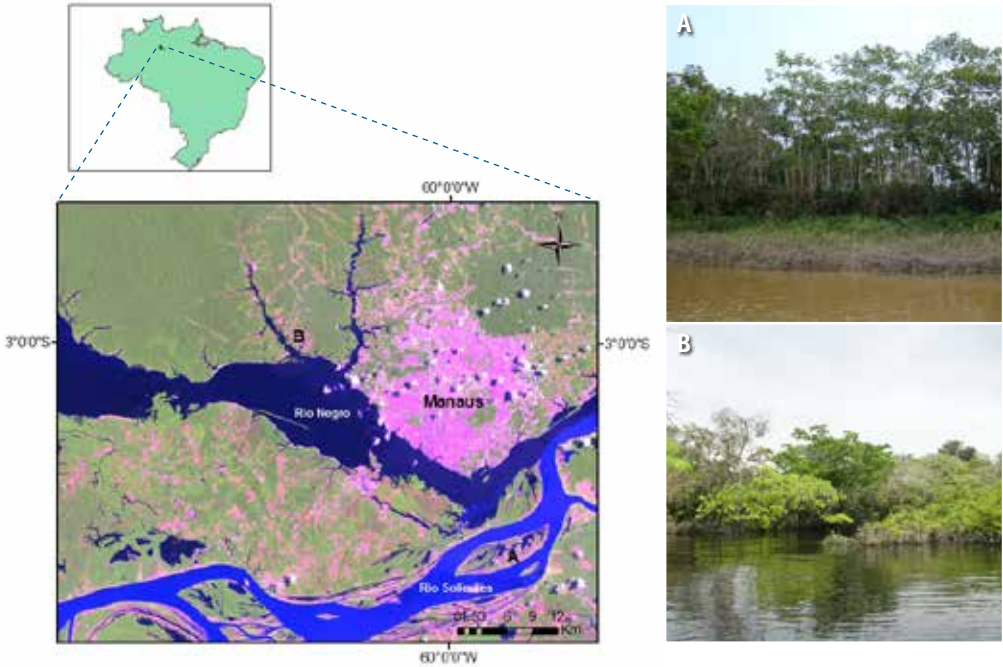


Figura 3. Principais áreas alagáveis estudadas nas proximidades de Manaus-AM: A) localização da ilha da Marchantaria e foto da vegetação; B) localização do rio Tarumã-mirim, Manaus e foto da vegetação. Imagem Landsat, 06/08/2008 (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>) Fotos: Aline Lopes e Jochen Schöngart

foi publicada em 2011 (Junk *et al.*, 2011), e a primeira classificação geral das áreas úmidas brasileiras foi publicada em 2014 (Junk *et al.*, 2014).

O Grupo MAUA

O grupo MAUA conta atualmente com diversos pesquisadores e técnicos do INPA e de outras instituições de ensino e pesquisa do Brasil e da Alemanha, entre outros. Alunos de diversos programas de pós-graduação, de mestrado, doutorado, iniciação científica (PIBIC) e bolsistas de diferentes níveis compõem a equipe, em um total de cerca de 50 participantes. As atividades de todos os envolvidos no GP MAUA estão concen-

tradas nas áreas úmidas amazônicas, porém, por meio de uma parceria com o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) em Áreas Úmidas (INAU), alguns pesquisadores e estudantes atuam também no Pantanal Mato-grossense e nas veredas do Cerrado. O GP MAUA atua ainda junto ao programa CNPq/LBA (Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia), avaliando o crescimento das comunidades de plantas em ambientes não perturbados, para compará-lo ao crescimento das mesmas plantas em locais sob o efeito de impactos climáticos (cheias e secas severas) ou daqueles provocados pelo homem (barragens de usinas

hidrelétricas). Também para avaliar os efeitos da elevação da temperatura e CO₂ nas plantas das áreas úmidas amazônicas, pesquisadores do GP MAUA desenvolvem estudos em microcosmos (ambientes simulando as atmosferas futuras do planeta até o ano 2100), em cooperação com o INCT ADAPTA (Estudos de Adaptações da Biota Aquática), do INPA. O site do grupo MAUA, <http://maua.inpa.gov.br/> conta com uma série de informações e fotos dos participantes do grupo e de várias das áreas de estudo.

Um importante passo nos estudos de áreas úmidas amazônicas foi dado pelo GP MAUA ao conseguir apoio do CNPq e FAPEAM para realizar estudos de demarcação e acompanhamento de parcelas permanentes dentro do Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração - PELD, nascendo assim, em 2012, o PELD MAUA (peld-maua.inpa.gov.br). O Programa PELD é vinculado ao CNPq e tem por objetivo gerar e disponibilizar informações científicas sobre ambientes críticos brasileiros, neste caso, as áreas úmidas amazônicas. Atualmente o monitoramento de parcelas permanentes vem sendo feito em duas áreas, mas a equipe do PELD MAUA pretende aumentar as áreas amostrais pela inclusão de novos estudantes e colaboradores.

Venham estudar as áreas úmidas amazônicas!

Os estudos das áreas úmidas amazônicas possibilitaram a proposição e

o teste de diversas teorias ecológicas que foram divulgadas por meio de revistas científicas nacionais e internacionais, como também por diversos veículos de divulgação popular, como revistas, jornais e entrevistas em TV e rádio. Além disto, o grupo publicou três importantes livros sobre áreas úmidas amazônicas em 1997, 2000 e 2010 e também dois guias de árvores em 2008 e 2010. Adicionalmente, o treinamento de técnicos e alunos e a formação de pesquisadores está entre as prioridades do GP MAUA.

Os estudos em áreas úmidas, principalmente naquelas periodicamente alagáveis, exigem bastante dedicação do estudante, que deve ficar atento, pois parte do ano sua área de estudo estará alagada, quando as águas dos rios sobem, e outra parte do ano o ambiente se torna terrestre. Essa variação no nível das águas resulta em diversas alterações no ambiente que foram e vêm sendo estudadas, como veremos nos capítulos que se seguem. A enorme diversidade da fauna e flora das áreas úmidas permite a elaboração de diversos e fascinantes estudos biológicos e ecológicos, tanto na pesquisa básica quanto na pesquisa aplicada. Apesar de tudo que já foi escrito sobre as áreas úmidas amazônicas, elas precisam ser mais conhecidas pelas novas gerações de jovens brasileiros que ainda virão a estudá-las. Somente com a participação dos futuros jovens cientistas o uso sustentável e a proteção dessas áreas será possível!

Onde obter mais informações:

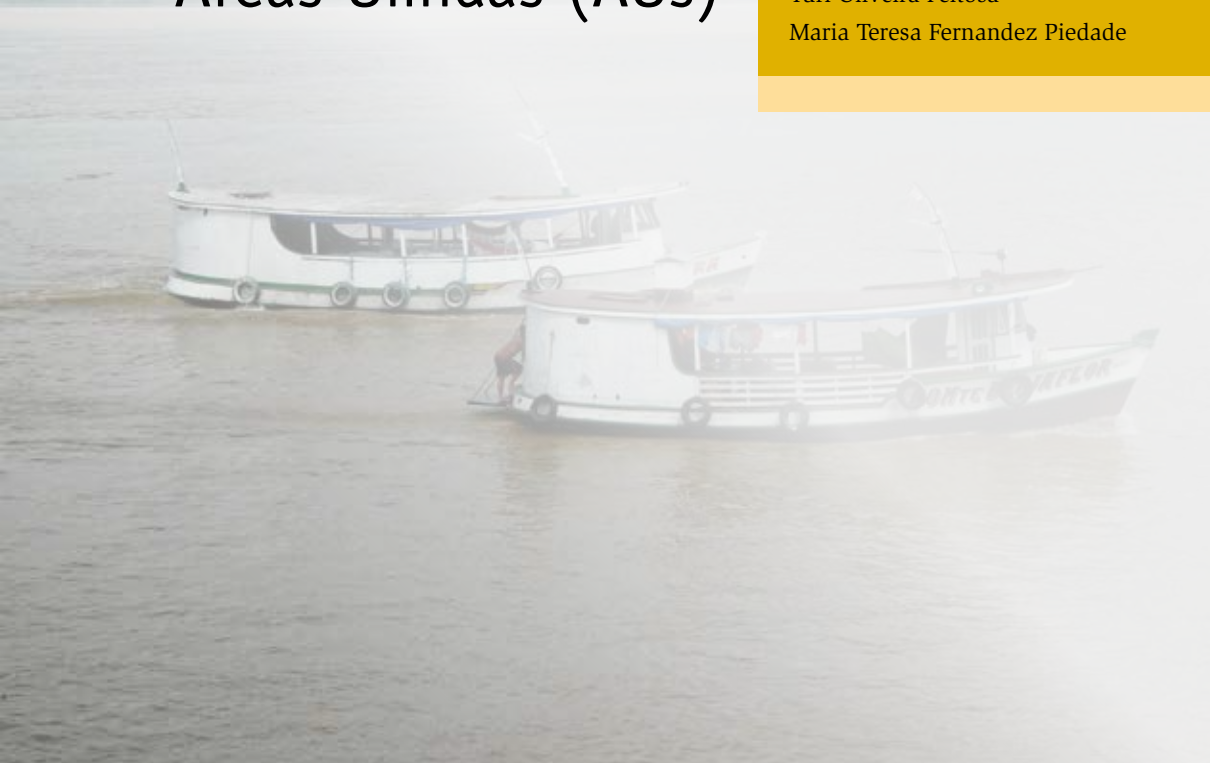
- BRITO, J.M.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M.T.F.; SILVA, R.P. 2008. *Guia de 42 Espécies Madeiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá*. 1. ed. IDSM, Tefé, 148p.
- JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; CANDOTTI, E. 2014. Água no Brasil: excesso, escassez e problemas crescentes. *Ciência Hoje*, 53:52-53.
- JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PAROLIN, P. 2011. *Amazonian Floodplain forests: Ecophysiology, Biodiversity and sustainable Management*. 1. ed. Springer, Germany, 615p.
- JUNK, W.J. 1997. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. 1. ed. Springer Verlag, Berlin, 525p.
- JUNK, W.J.; OHLY, J.J.; PIEDADE, M.T.F.; SOARES, M.G.M. 2000. *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. 1. ed. Backhuys Publishers, Leiden, 584p.
- JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J. M.; WITTMANN, F. 2011. A Classification of Major Naturally-Occurring Amazonian Lowland Wetlands. *Wetlands*, 31:623-640.
- WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; BRITO, J.M.; OLIVEIRA-WITTMANN, A.; PIEDADE, M.T.F.; PAROLIN, P.; JUNK, W.J.; GUILLAUMET, J.L. 2010. *Manual de árvores de várzea da Amazônia Central. Taxonomia, Ecologia e Uso*. Editora do INPA, Manaus, 286p.



CAPÍTULO 2

Entre a água e a terra: Áreas Úmidas (AUs)

Sejana Artiaga Rosa
Naara Ferreira da Silva
Natalia de Castro
Yuri Oliveira Feitosa
Maria Teresa Fernandez Piedade



O que são Áreas Úmidas (AUs)?

Existem diversas definições para Áreas Úmidas (AUs), contudo, no Brasil, até recentemente não havia ainda uma definição para este termo, o que dificultava tanto uma delimitação correta quanto as bases para a definição de legislação específica para sua proteção e uso racional. Essa situação se mostrou mais complicada durante as discussões do novo Código Florestal Brasileiro, porque em seu texto final esses ambientes importantíssimos ficaram sem proteção legal, o que foi justificado pela falta de uma definição adequada. Diante disso, um grupo de cientistas vinculados à universidades e instituições de pesquisa nacionais, incluindo o Grupo MAUA (Ecologia, Monitoramento e Uso Sustentável de Áreas Úmidas Amazônicas) do INPA, propôs a seguinte **definição para as AUs brasileiras**:

Ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica (Junk *et al.*, 2013).

Deste modo, áreas úmidas representam os ambientes que estão entre os sistemas terrestres e os ambientes aquáticos. Podem ser naturais ou construídas pelo homem, como as

Raízes adventícias são aquelas que têm origem a partir do caule ao invés de ter origem na própria raiz da planta.

Lenticelas são regiões do súber ou casca de caules e raízes caracterizadas por aberturas que permitem troca de gases entre os tecidos da planta e a atmosfera.

represas, lagos ou açudes. As AUs podem permanecer alagadas durante todo o ano ou apenas parte dele, e o nível da inundação pode variar de apenas um filete de água até 15 metros de coluna da água. Outras AUs são pantanosas, com solos que são encharcados devido à sua proximidade com o lençol freático ou por serem mal drenados (Figura 1).

As espécies da fauna e da flora que lá habitam estão adaptadas a suportar estas condições de alagamento, como é o caso de algumas espécies de árvores, que desenvolvem **raízes adventícias** ou **lenticelas** nos troncos. Essas estruturas são importantes porque permitem que a planta consiga oxigênio adicional, uma vez que a inundação diminui o oxigênio do solo, o que pode ser um grande problema para a sobrevivência das árvores desses ambientes.

As AUs estão distribuídas ao longo de todos os continentes, exceto na Antártida, e compreendem 6% da superfície da Terra. Entretanto, esse número é subestimado tanto no Brasil quanto na Argentina, onde estudos mostraram que sua área de cobertura é, pelo menos, 20% superior. São for-

Ecosistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos

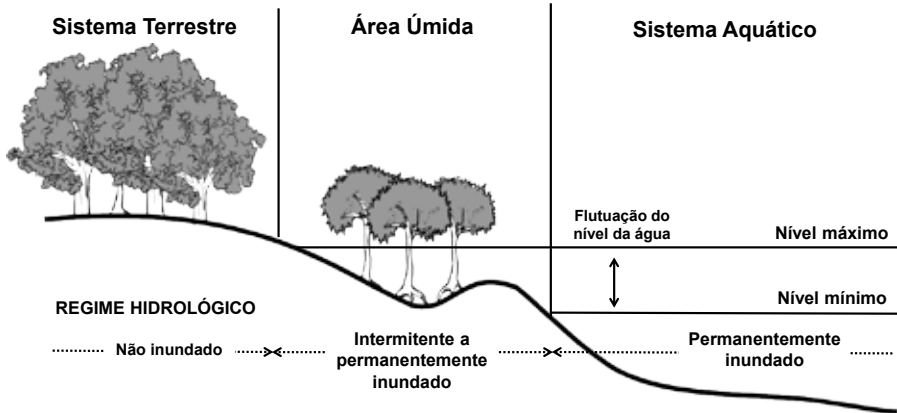


Figura 1. Áreas Úmidas em esquema.

madas por corpos de água interiores como lagos, rios e riachos, planícies de inundação, pântanos e ecossistemas marinhos (Figura 2).

A importância das AUs: por que protegê-las?

Você deve estar pensando: por que é tão importante preservar as AUs?

Mapa de distribuição das áreas úmidas

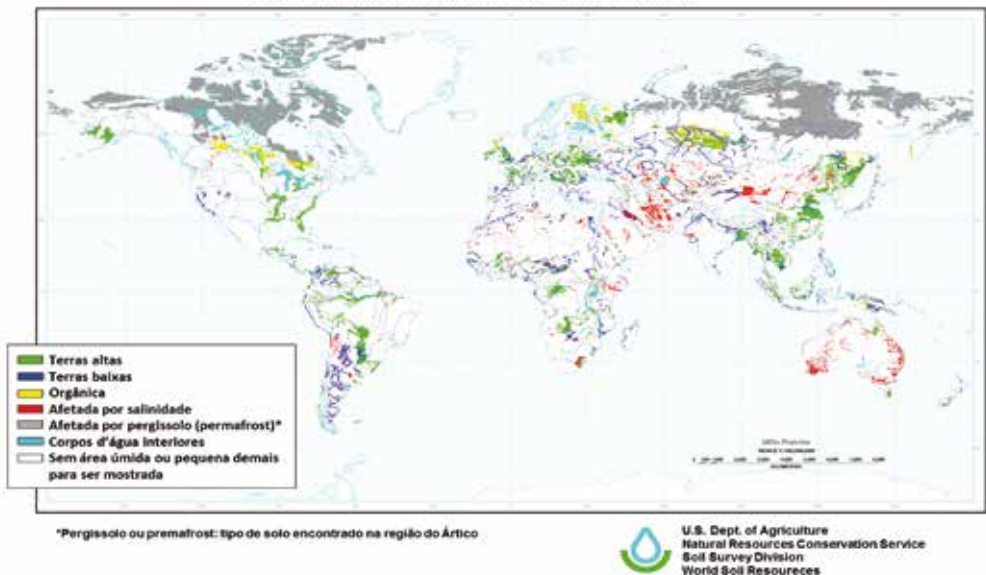


Figura 2. Distribuição das AUs no mundo. Adaptado de: Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA). Fonte: <http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/wetlands.html>

Pois bem, as AUs prestam inúmeros serviços ambientais para as espécies da fauna, flora e para as populações humanas (ver também Capítulo 13). Entre esses serviços, podemos listar: estocagem periódica de água e a sua lenta devolução para os igarapés, córregos e rios conectados, reduzindo assim as flutuações do nível da água e o perigo de enchentes e secas catastróficas; recarga dos aquíferos e lençol freático; retenção de sedimentos; fornecimento de água limpa; local onde animais silvestres e domésticos saciam a sede; irrigação da lavoura; regulagem do microclima; recreação (banho, pesca, lazer); ecoturismo; manutenção da biodiversidade; estocagem de carbono orgânico; moradia para populações tradicionais; fornecimento de produtos madeireiros e não madeireiros (fibras, plantas medicinais, frutas etc.), pescado e produtos agropecuários (Figura 3). Por tudo isso, as AUs são socialmente, economicamente e ecologicamente insubstituíveis.

Apesar de sua grande importância as AUs ainda estão entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta. Os principais fatores que degradam ou eliminam as AUs são: a construção de áreas habitacionais, de infraestrutura urbana e de uso industrial; a poluição por esgotos e resíduos domésticos, industriais e de mineração que contaminam os solos, lençol freático e reduzem a disponibilidade de água limpa para beber, prejudicando a fauna e a flora local, além de causar enfermidades como a contaminação por

mercúrio em humanos; a construção de hidrelétricas que alteram os ciclos de inundação e seca na região afetando a biodiversidade; a exploração indevida dos recursos naturais, com a exploração excessiva dos recursos pesqueiros, madeireiros e não madeireiros, levando à exaustão destes recursos e à perda de biodiversidade; introdução de espécies que não pertencem àquele ambiente (espécies exóticas) que podem causar desequilíbrio no meio ambiente, muitas delas podendo ser prejudiciais à saúde humana ou causar perdas econômicas de culturas ou criações de animais; a drenagem de áreas úmidas para agricultura e pecuária e as mudanças globais do clima que podem alterar o ciclo hidrológico e afetar todos os seres vivos que habitam ou dependem destas áreas para sua sobrevivência (Figura 4; ver também Capítulo 13).

A Convenção de Ramsar e as AUs do mundo e do Brasil

Diversos países se reuniram em 1971 na cidade iraniana de Ramsar para a elaboração de um tratado entre países, que garantisse a conservação de áreas que eram frequentadas por aves migratórias aquáticas. Inicialmente foi denominada “Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat para Aves Aquáticas”. Contudo, diante do debate mundial sobre a conservação da biodiversidade, em 1980 este tratado passou a reconhecer a importância ecológica e o valor



Figura 3. Serviços ambientais das AUs: A) ecoturismo com botos em Novo Airão – AM; B) moradia de comunidades ribeirinhas – RR; C) pesca para subsistência, comércio e atividades de pesque-e-solte; D) frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia*) usados como alimento e isca de peixes; E) seringueira (*Hevea brasiliensis*) que fornece o látex para produção de borracha e frutos que alimentam os peixes; F) cultura de alfafa; G) criação de gado nas áreas de várzea da Amazônia; H) tronco de Jacaréúba (*Calophyllum brasiliense*), cuja madeira é muito utilizada pelos ribeirinhos para construção de suas moradias e móveis. Fotos: Daniel Praia, Deborah Castro, Jaime Silva e Sejana Rosa.



Figura 4. Principais ameaças às AUs: A) poluição por esgotos e resíduos domésticos, Lago do Catalão – AM; B) usina Hidrelétrica de Tucuruí – PA; C) porto em Manaus poluído por esgoto e efluentes domésticos; D) esgoto e efluentes industriais, Rio Amazonas – AM. Fotos: Deborah Castro e Sejana Rosa.

social, econômico, cultural, científico e recreativo das AUs, marcando o início das ações nacionais e internacionais para a conservação e o **uso sustentável** dessas áreas. Atualmente, 168 países fazem parte do tratado, incluindo o Brasil (ramsar.org). Até agosto de 2013 já foram estabelecidos 2.160 sítios Ramsar, reconhecidos mundialmente por suas características, biodiversidade e importância

O **uso sustentável** tem por objetivo o uso dos recursos naturais para “suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas” (Brundtland, 1987).

estratégica para as populações locais (ramsar.org).

O Brasil é considerado o quinto país do mundo em superfície e apre-

senta 8.515.767,049 km², dos quais 17.031.534,098 km² (20% do território) são considerados regiões de AUs. Contudo, possui apenas 12 sítios Ramsar que cobrem uma área de apenas 0,07 km² (Figuras 5 e 6) (ramsar.org). A Amazônia Legal, que abrange 59% do território brasileiro possui apenas um sítio Ramsar (Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – RDSM) (Figura 6A).

As AUs Amazônicas

As últimas estimativas indicam que AUs ocupam 30% do território da Amazônia e englobam as florestas alagáveis (várzea e igapó - ver Capítulo 3), baixios ao longo de igarapés de terra firme, campinas e campinaranas, buritizais, áreas de planícies de interflúvios e áreas estuarinas. Dentre esta diversidade de áreas úmidas amazônicas algumas vêm sendo

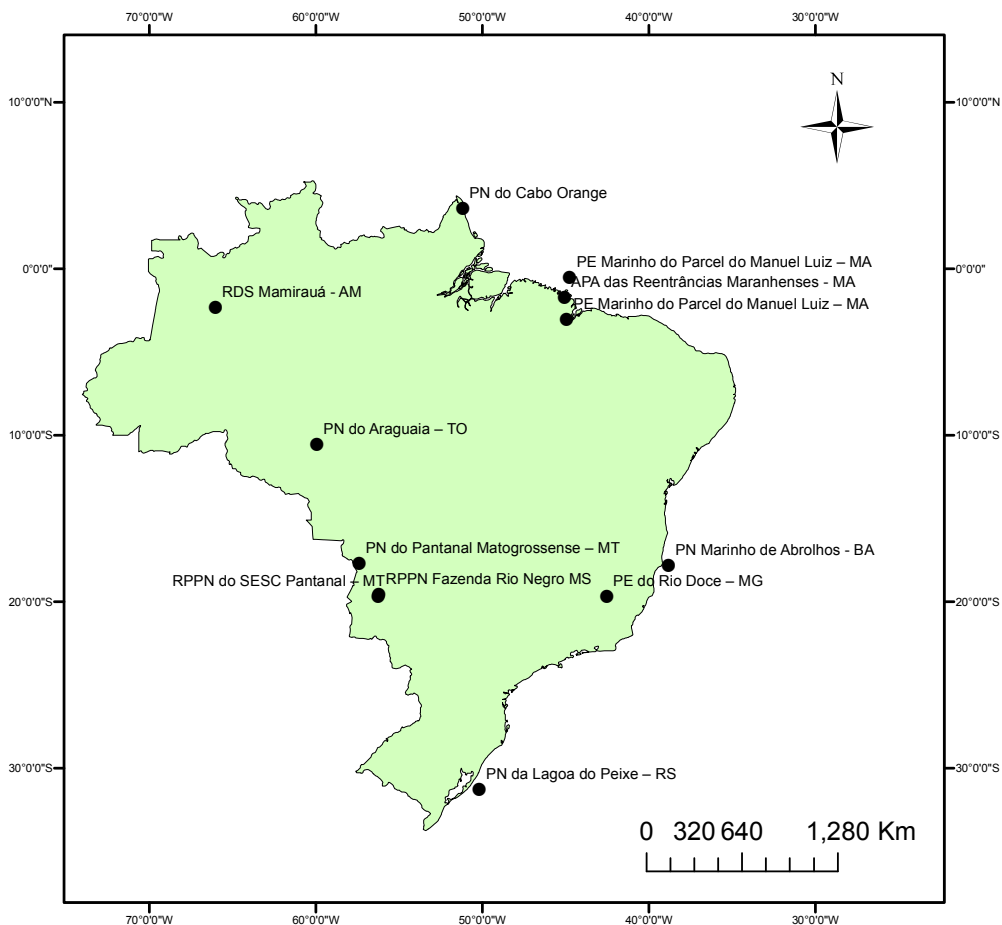


Figura 5. Os 12 Sítios Ramsar no Brasil. Elaborado por Aline Lopes.



Figura 6. Alguns sítios Ramsar no Brasil: A) Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, no Amazonas; B) Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, no Mato Grosso. Fotos: Aline Lopes e Bianca Weiss.

bastante estudadas, como áreas úmidas florestadas alagáveis, especialmente as várzeas amazônicas, para as quais já se dispõe de uma primeira classificação, na qual o grupo MAUA tem importante participação.

Porém, para a elaboração de estratégias de conservação e uso sustentável das AUs brasileiras ainda será preciso muito esforço. É preciso compreender e quantificar todos os serviços prestados, classificar, quantificar

e documentar a distribuição, bem como avaliar as ameaças a que estas áreas estão sujeitas, atribuindo uma perspectiva de conservação das áreas úmidas em escala global.

Onde encontrar mais informações:

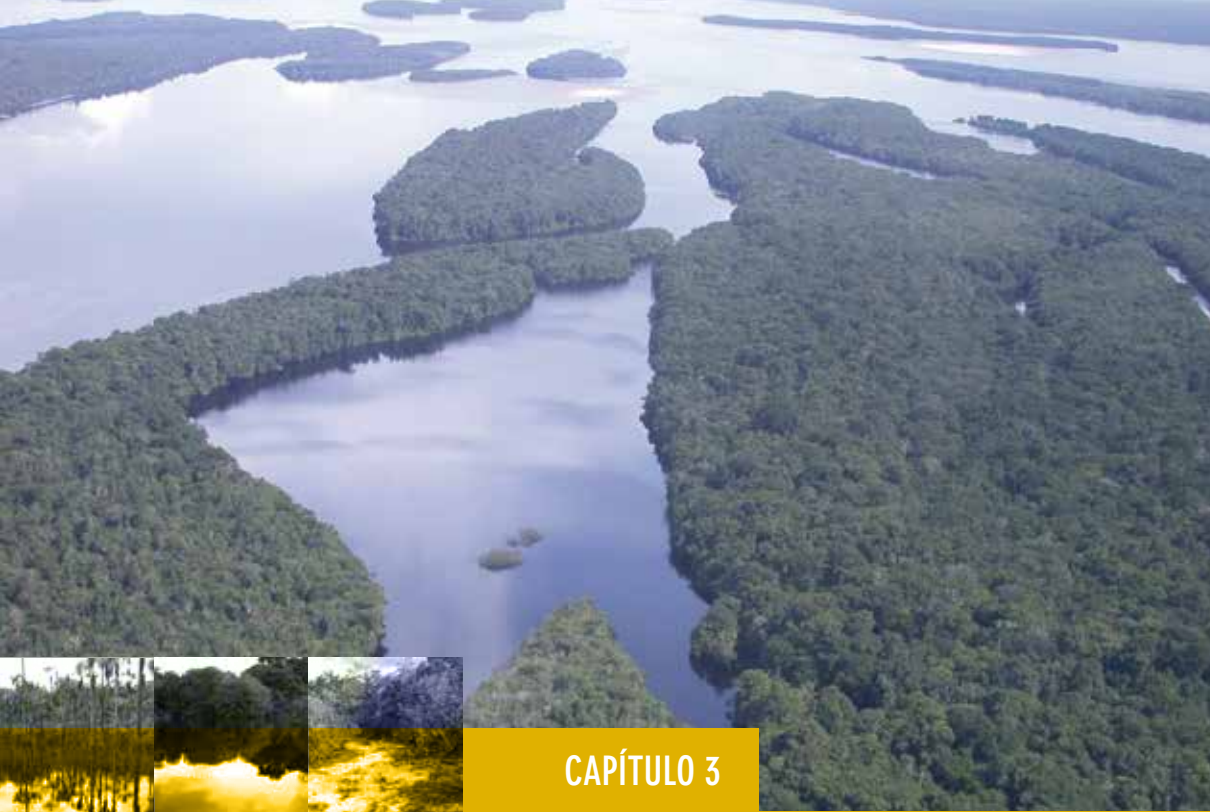
JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F. 2010. An introduction to South American Wetland Forests: Distribution, definitions and general characterization. Em: Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P. (Eds.). *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 3–25.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L.D.; BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A.; MALTCHIK, L.; AGOSTINHO, A.A. 2013. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24:5-22.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J.M.; WITTMANN, F. 2011. A classification of major naturally-occurring Amazonian Lowland Wetlands. *Wetlands*, 31:623–640.

KEDDY, P.A. 2010. *Ecology Wetland: Principles and Conservation*. 2. ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 497p.

MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G. 2000. *Wetlands*. 3. ed. John Wiley & Sons, New York, New York, 920p.



CAPÍTULO 3

Tipos de Áreas Úmidas Amazônicas

Tatiana Andreza da Silva Marinho
Joana D'Arc de Paula
Eduardo Antonio Ríos-Villamizar
Jochen Schöngart

Vamos conhecer as áreas úmidas amazônicas?

A Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo ocupando aproximadamente 7.050.000 km², ou seja, cerca de 34% da área total da América do Sul. A quantidade e a frequência das chuvas nesta bacia não são iguais entre os meses do ano, ocasionando um período chuvoso e um período seco, que causam grandes variações no volume de água dos rios e lagos. Isto resulta no alagamento de extensas áreas durante o período chuvoso (fase aquática), e amplas áreas sem alagamento durante o período seco (fase terrestre). A subida e descida das águas, chamada de pulso de inundação (ver detalhes no Capítulo 1), ocasiona fortes modificações ao longo do ano nas áreas sujeitas ao alagamento (Figura 1).

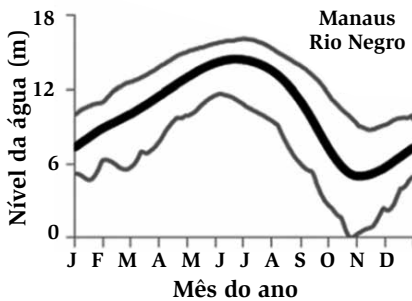


Figura 1. Ciclo anual do nível da água do rio Negro no período de 1970 a 2010. O valor médio da amplitude do pulso de inundação é de 9,47 m. A curva preta representa o valor médio do pulso e as curvas superior e inferior indicam os valores máximos e mínimos (Adaptado de Junk *et al.*, 2014).

Estas áreas de transição sujeitas ao alagamento ocupam cerca de 30% da Bacia Amazônica e são denominadas de áreas úmidas (AUs). Elas possuem solos permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas, ou possuem solos encharcados por águas doces, salobras ou salgadas. Estas regiões podem estar localizadas em áreas continentais ou costeiras, naturais ou artificiais, apresentando comunidades de plantas e animais adaptadas ao movimento de subida e descida das águas.

A primeira classificação dos corpos de água amazônicos foi elaborada nos anos 1950, pelo pesquisador alemão Harald Sioli, que realizou medidas da cor e da concentração do oxigênio na água de diferentes rios e igarapés. Mediu também o pH, que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água; a condutividade elétrica, que é determinada pela presença de íons dissolvidos e que indica a capacidade da água para conduzir corrente elétrica. Essas características, também chamadas de físicas e químicas, permitem discriminar diferentes ambientes aquáticos. Naquela época, o Professor Sioli relacionou essas características com aquelas dos solos da Bacia Amazônica, como origem, forma e transformação (propriedades geológicas e geomorfológicas), separando as águas em brancas, pretas e claras.

As áreas ao longo dos grandes rios da Amazônia que sofrem inundação são chamadas de áreas alagáveis, e são popularmente conhecidas como

várzeas e igapós. Estes termos foram adotados por pesquisadores como o Professor Ghilleen Prance, em 1979, para indicar as áreas associadas aos rios de água branca (várzea) e água preta ou clara (igapó). Embora essa classificação simplificada seja muito útil, ela não reflete a grande diversidade de ambientes sujeitos à alagação na Amazônia. Por isso, em 2011, o pesquisador Wolfgang Junk, junto com outros cientistas, fez uma classificação mais detalhada das áreas úmidas amazônicas com base em aspectos da hidrologia (tipo de inundação), qualidade química da água e dos sedimentos, e da vegetação, tanto de árvores, quanto arbustos e de plantas herbáceas. Assim, as áreas úmidas naturais amazônicas foram divididas em dois grandes grupos:

I) Áreas Úmidas com níveis de alagamento permanentes, compreendendo os **campos úmidos**, **veredas** e **buritizais**, em regiões de **savanas amazônicas**. Nesta categoria também se encaixa a vegetação de áreas encharcadas do Escudo das Guianas (os tepuis).

II) Áreas Úmidas com níveis de alagamento que variam ao longo do ano, sendo subdivididas em:

a. áreas sujeitas a pulsos monomodais (uma fase de cheia e seca por ano) de inundação previsíveis e de longa duração, como as várzeas, igapós e **paleovárzeas**.

b. áreas sujeitas a pulsos polimodais (várias fases de seca e cheia por ano), de inundações previsíveis e de curta duração. Aqui podem ser citadas as áreas ao longo do estuário do Rio Amazonas, os manguezais e **várzeas de marés**;

c. áreas sujeitas a pulsos de inundação imprevisíveis, de curta duração, associadas a pequenos rios e igarapés (baixios), em depressões no interior da floresta, sendo alimentadas pelas águas das chuvas.

As savanas amazônicas constituem uma formação restrita a algumas regiões da Amazônia sendo representada por uma vegetação aberta, com árvores e arbustos sempre presentes, espalhados, sujeitos a queimadas (Magnusson *et al.*, 2008). Ainda dentro desta fisionomia encontramos:

- **Campo úmido:** é uma vegetação campestre, formada de poucas plantas lenhosas (árvores e arbustos) e o solo encharcado durante períodos chuvosos.
- **Vereda:** Área permanentemente úmida, coberta por vegetação graminó-herbácea.
- **Buritizal:** É a formação composta quase que unicamente pela palmeira buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.), e que ocorre em solos mal drenados atingindo uma altura que varia de 5 a 15 m.

Páleo-várzeas: são áreas localizadas em antigas várzeas, e apresentam condições intermediárias entre áreas de várzea e de igapó, no que diz respeito à quantidade dos principais minerais.

Várzea de maré: refere-se a áreas de várzea que sofrem influência da maré, sendo, portanto, inundadas e drenadas duas vezes por dia.

Maré: é o movimento periódico de subida e descida das águas do mar, produzido principalmente pela atração da lua e do sol, em geral com duas marés cheias e duas marés baixas por dia.

Falando de várzeas e igapós...

Dentre as AUs sujeitas a pulsos de inundação previsíveis e de longa duração se destacam as já citadas várzeas e os igapós, que são áreas alagáveis associadas aos grandes rios. Estas áreas cobrem mais de 600.000 km², o que representa aproximadamente 9,2% da Bacia Amazônica. Os outros 21% (cerca de 1.400.000 km²) da bacia correspondem a outros tipos de AUs ainda pouco estudados.

As **várzeas** são áreas férteis banhadas por rios de **água branca** ou barrenta, cuja cor se deve à grande quantidade de material presente em suspensão (Figura 2A). Esses rios possuem formação geológica recente e transportam sedimentos que resultam do desgaste (erosão) dos Andes. Suas águas apresentam pH próximo ao neutro, alta condutividade elétrica,

As **águas brancas** possuem:

- pH próximo ao neutro (entre 6 e 7);
- Condutividade alta (entre 40 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$);
- Solos ricos em nutrientes.

ca, e solos ricos em nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo e nitrogênio. Os principais representantes deste tipo de água são os rios Solimões/ Amazonas, Madeira e Purus.

Considerando a duração e a amplitude da inundação, as florestas da várzea podem ser ainda classificadas em três tipos principais: as várzeas altas (VA), as várzeas baixas (VB) e o chavascal. As florestas da VA são encontradas em áreas alagadas por menos do que 50 dias ao ano, com uma altura de inundação inferior a 3 m. As florestas de VB se localizam em áreas onde a inundação dura mais que 50 dias ao ano, chegando a alturas entre 3 e 7 m. O chavascal é uma floresta densa e pobre em espécies, cujas árvores frequentemente desenvolvem raízes aéreas e escoras, para ajudar na sustentação. Em geral, o chavascal ocorre em depressões e fundos de lagos no interior da floresta de várzea baixa, onde a correnteza é lenta, os solos são pouco drenados (sempre encharcados), e os depósitos de argila e matéria orgânica são grandes. As árvores do chavascal podem tolerar inundações de até 7,5 m.

Os **igapós** são áreas banhadas pelos rios de **água preta** ou clara. A coloração preta ou marrom avermelhada



Figura 2. A) áreas de várzea e B) de igapó nas proximidades de Manaus/AM; C) manguezal na ilha Margarita/Venezuela. Fotos: Maria Astrid Rocha Liberato e Joana D'Arc de Paula.

das águas é resultado da decomposição lenta do material vegetal (folhas, galhos, troncos). Isso faz com que sejam produzidos compostos químicos (ácidos orgânicos) que se diluem na água que passa a apresentar a coloração escura (Figura 2B). Esses rios possuem formação geológica antiga, e, devido ao longo tempo de exposição dos solos minerais à lavagem das águas e do vento, ocorre um desgaste físico-químico, e eles vão perdendo os nutrientes, ficando, portanto, pobres em minerais. As águas desses rios são ácidas, possuindo baixos

valores de pH e de condutividade elétrica, sendo o Rio Negro o mais importante representante. Igapós banhados por rios de **águas claras**, como os rios Tapajós, Xingu, Araguaia, Guaporé, Branco e Trombetas têm suas nascentes no Escudo Brasileiro e no Escudo Guiano. As águas desses rios são em geral transparentes e esverdeadas, com baixas quantidades de sedimentos em suspensão. É importante destacar que rios como o Branco e muitos dos seus tributários, no Estado de Roraima, podem apresentar quantidades relativamente altas de sedimentos em suspensão e aparência de rios de águas brancas, no entanto, as características químicas desses rios indicam que eles, geralmente, têm baixo nível de nutrientes, com características mais próximas aos rios de águas claras.

Água preta:

- pH ácido (entre 3,5 e 5,5);
- Condutividade baixa (menor que $25 \mu\text{S cm}^{-1}$);
- Solos pobres em nutrientes.

Água clara:

- pH entre ácido e neutro (entre 5 e 7);
- Condutividade baixa ($10\text{-}50 \mu\text{S cm}^{-1}$);
- Solos pobres em nutrientes ou de fertilidade intermediária.

Entre as várzeas e igapós: áreas intermediárias

As áreas localizadas em antigas várzeas (paleo-várzeas) ocorrem na região equatorial e ocidental da Amazônia, por exemplo, ao longo dos rios Coarí, Jutaí, e Tefé, e de muitos

lagos, assim como dos grandes tributários do Rio Amazonas tais como os rios Purus e Japurá. Estas áreas, que possuem sedimentos andinos que foram depositados durante antigos **períodos interglaciais**, apresentam condições intermediárias entre áreas de várzea e de igapó, no que diz respeito à quantidade dos principais cátions (minerais tais como cálcio, magnésio, sódio e potássio) e outras características ecológicas (por exemplo, fertilidade do solo e da água), isto porque o desgaste das rochas nas paleo-várzeas é maior do que aquele das várzeas e menor do que o do igapó. Estima-se que estas AUs ocupem uma área de pelo menos 125.000 km² (Junk *et al.*, 2014).

No estuário do Rio Amazonas podem ser observadas AUs diretamente influenciadas pelas **marés**, apresentando, portanto, água marinha ou salobra. Estima-se que as AUs associadas aos manguezais brasileiros (Figura 2C), que ocorrem principalmente ao longo do litoral dos estados do Amapá, Pará e Maranhão ocupem uma área de aproximadamente 10.000 km² (Junk *et al.*, 2014). Não podemos nos esquecer que essas áreas têm particular importância por servirem de berçários naturais para muitas espécies de insetos, peixes, crustáceos, aves e mamíferos, tanto para aquelas espécies que residem nos locais, como também para as espécies que migram para as áreas costeiras durante, pelo menos, uma fase do seu ciclo de vida.

Período interglacial é o intervalo geológico caracterizado por temperaturas médias mais quentes que separam os períodos glaciais de milhões de anos.

Na parte baixa do Rio Amazonas podemos encontrar um tipo de AU com predominância das águas doces, indiretamente influenciada pela maré; trata-se da chamada **várzea de maré** ou **várzea tidal**. Este termo refere-se aos ambientes localizados dentro da região das marés do delta do Amazonas e que compreendem uma área relativamente grande da Bacia Amazônica. Este tipo de várzea do estuário amazônico sofre inundações de maré com menor duração e maior frequência, diferentemente das várzeas da parte alta do Rio Amazonas, que podem permanecer inundadas por vários meses durante o ano, logo após o período chuvoso. A várzea de maré abrange o estuário do Rio Amazonas, que inclui grande parte da Ilha de Marajó, como também os estuários dos rios Pará e Tocantins. Nos locais de várzea tidal ainda pode ser observada a influência das marés do Oceano Atlântico pela subida e descida diária do Rio Amazonas, porém, sem influência de água marinha ou salobra.

Não podem ser esquecidos aqui os igarapés, que cobrem uma enorme área da Bacia Amazônica, e que sofrem inundações frequentes provocadas pelas chuvas locais. As áreas de inundações desses locais chamam-se baixios e podem ficar alagadas em



Figura 3. A) área de baixo, na ZF2, próximo à Manaus/AM; B) campina na bacia do rio Uatumã/AM; C) buritizal na bacia do rio Araca/AM. Fotos: Joana D’Arc de Paula e Ethan Householder.

poucos minutos, de forma que as espécies que habitam esses ambientes devem estar adaptadas a esses eventos para colonizar com sucesso essas áreas (Figura 3A). Outros ambientes a merecerem destaque são as **campinas** e **campinaranas**, formações mais abertas e insulares imersas entre áreas de floresta de terra-firme (Figura 3B), e os buritizais, ambientes ricos em espécies associadas principalmente à palmeira buriti (Figura 3C).

Muitas das AUs amazônicas ainda não estão caracterizadas detalhadamente, constituindo-se em ambientes a serem estudados para que possam ser adequadamente utilizados, conforme suas características e vocações ecológicas.

Onde encontrar mais informações:

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.;
 LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.;
 KANDUS, P.; LACERDA, L.D.;
 BOZELLI, L.R.; ESTEVES, F.A.;
 NUNES DA CUNHA, C.; MALTCHICK,
 L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFER-
 NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A.A.;
 NOBREGA, R.L.B.; CAMARGO, E.

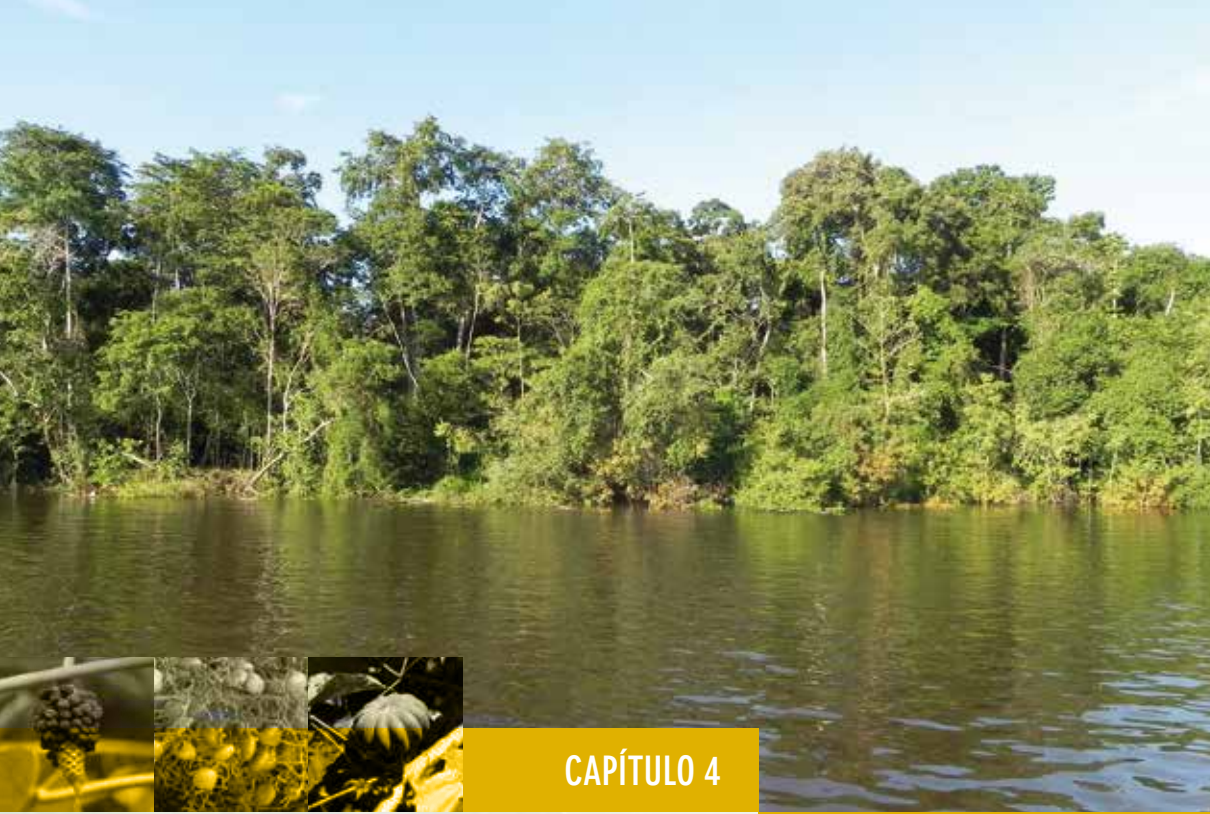
Campina e Campinarana: Vegetação que se desenvolve sobre solos arenosos extremamente pobres. Na Campina predominam gramíneas e arbustos, compondo uma vegetação rala e aberta, com alta penetração de luz; na Campinarana há muitas árvores pequenas e finas que apresentam uma rede espessa, compacta e flexível de raízes finas sobre o solo.

2014. Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável. Em: Nunes da Cunha, C.N.; Piedade, M.T.F.; Junk, W.J. (Eds.). *Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats*. - Instituto Nacional de Áreas Úmidas (INAU), Editora da UFMT, Cuiabá, MT, 13-76.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.;
 SCHÖNGART, J.; WITTMANN,
 F. 2014. A Classificação dos
 Macrohabitats das Várzeas
 Amazônicas. Em: Nunes da Cunha,
 C.N.; Piedade, M.T.F.; Junk, W.J.
 (Eds.). *Classificação e Delineamento
 das Áreas Úmidas Brasileiras e de
 seus Macrohabitats*. Instituto Nacional

de Áreas Úmidas (INAU), Editora da UFMT, Cuiabá, MT, 122-153.

- MAGNUSSON, W.E.; LIMA, A.P.; ALBERNAZ, A.L.K.M.; SANAIOTTI, T.M.; GUILLAUMET, J. 2008. Composição florística e cobertura vegetal das savanas na região de Alter do Chão, Santarém – PA. *Revista Brasileira de Botânica*, 31:165-177.
- WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; BRITO, J.M.; OLIVEIRA-WITTMANN, A.; PIEDADE, M.T.F.; PAROLIN, P.; JUNK, W.J.; GUILLAUMET, J.L. 2010. *Manual de árvores de várzea da Amazônia Central. Taxonomia, Ecologia e Uso*. Editora do INPA, Manaus, 286p.



CAPÍTULO 4

As árvores das florestas alagáveis da Amazônia

Natália Targhetta
Daniel Praia
Bruno Barçante Ladvoocat Cintra
Florian Wittmann



As árvores e sua distribuição ao longo dos rios

As florestas tropicais de todo o mundo possuem um grande número de espécies, como é o caso da floresta Amazônica, a maior floresta tropical do planeta. Apesar de parecer igual em toda sua extensão, a floresta Amazônica pode ser dividida em vários tipos diferentes, dos quais o maior e mais extenso é a chamada floresta de terra firme, que não é inundada. Dentre os outros tipos de florestas, podemos destacar as florestas alagáveis, que ocorrem ao longo dos grandes rios. Embora ocupem áreas menores em comparação com a floresta de terra firme, as florestas alagáveis também possuem um grande número de espécies e contribuem para a alta **diversidade** de espécies encontrada nos trópicos.

Nas áreas onde ocorre inundação, o alagamento é um fator que dificulta o desenvolvimento das jovens árvores. Essa dificuldade se dá principalmente por causa da falta de oxigênio disponível para as plantas durante as cheias, pois o excesso de água faz com que as trocas gasosas entre o solo e o ar parem de acontecer, prejudicando ou mesmo interrompendo a respiração realizada pelas raízes. É irônico, mas nessa condição de

Além de realizar fotossíntese, as árvores também precisam respirar. Para absorver água, por exemplo, as células das raízes precisam de energia, que é gerada pela respiração aeróbica, ou seja, com consumo de oxigênio. Se faltar oxigênio na água do solo, as raízes não conseguem respirar e, conseqüentemente, não absorvem água.

superabundância de água, as raízes perdem a capacidade de absorvê-la. Diante dessas condições, é importante que as árvores sejam capazes de resistir ao alagamento para sua sobrevivência nesses ecossistemas.

Muitos estudos têm demonstrado que a diversidade de espécies nas florestas alagáveis está relacionada ao **gradiente de inundação**, isto é, ao maior ou menor período de alagamento que ocorre em determinada área. Além do alagamento, o tipo de solo, o relevo e a proximidade à terra firme também podem influenciar a diversidade dessas florestas. Em geral, áreas que alagam por muitos meses apresentam uma menor diversidade de espécies quando comparadas às áreas que alagam por pouco tempo. Isso se deve ao fato de que apenas um pequeno grupo de espécies está adaptado a longas inundações e, por isso, essas espécies acabam sendo predominantes nessas áreas. Dessa forma, algumas espécies só são encontradas em áreas inundadas por longos períodos de tempo, enquanto outras são encontradas apenas em áreas inundadas por pouco tempo. Assim, o conjunto de espé-

Diversidade é a palavra utilizada para expressar diferença ou variação no conjunto de espécies de um lugar para o outro.

cies da floresta muda de acordo com o nível de inundação, modificando, também, o tamanho e a aparência da floresta.

Em geral, à exceção de algumas regiões da Amazônia próximas ao estuário (foz do Rio Amazonas), as florestas de várzea possuem mais espécies quando comparadas às florestas de igapó. Isso acontece porque as várzeas, que são as áreas banhadas pelos rios de água branca, recebem uma maior quantidade de nutrientes do que os igapós, que são as áreas banhadas pelos rios de água preta ou clara. Diversos estudos realizados nas florestas de várzea mostram que essas áreas podem abrigar até 140 espécies de árvores em um hectare (Wittmann *et al.*, 2002). Um hectare (1 ha) é a unidade de área convencional utilizada para comparar o número de espécies entre diferentes locais e equivale a 10.000 m². Já os estudos realizados nas florestas de igapó mostram que, em geral, o número de espécies encontradas em um hectare é inferior a 100 (Wittmann *et al.*, 2010), geralmente não ultrapassando algumas dezenas, embora quantidades próximas às encontradas nas florestas de várzea já tenham sido encontradas em algumas localidades.

O alagamento também provoca um processo contínuo de acúmulo de novas camadas de solo em uma das margens do rio e erosão (desmoronamento de barrancos e perda de solo) na margem oposta, provocados pela forte correnteza. A formação das no-

vas camadas cria um desnível no terreno (que em muitos casos formam as praias) que faz com que exista o chamado **gradiente de inundação**. Ao longo desse gradiente, diferentes grupos de espécies de árvores podem ser observados em diferentes níveis do terreno, em um processo chamado **sucessão ecológica**. Este processo tem início com as primeiras plantas que crescem nas novas áreas criadas pelos rios. Conforme os rios vão depositando novas camadas de solo, ano após ano, o terreno se torna mais alto e o nível de inundação diminui. Como resultado, a vegetação se desenvolve e, conforme o terreno conti-

Gradiente de inundação é a composição de todos os diferentes níveis de inundação a que estão sujeitas as áreas alagáveis. Pode ser desde muitos metros de alagamento em uma determinada área, até menos de um metro de alagamento em outro lugar não muito distante. Porém, é importante lembrar que o nível da água é sempre o mesmo em todos os lugares ao mesmo tempo. O que muda, na verdade, é a **topografia**, ou seja, se um lugar é mais baixo ou mais alto, como em uma piscina que tem um desnível no fundo, na qual o gradiente de inundação varia do lado mais fundo para o lado mais raso. O nível do alagamento também está relacionado com o tempo. Lugares mais fundos ficarão alagados por mais tempo, porque a água demora a atingir seu nível máximo e demora depois para descer, como também aconteceria ao encher e esvaziar uma piscina com um lado raso e outro fundo.

nua a subir, novos grupos de espécies substituem os anteriores.

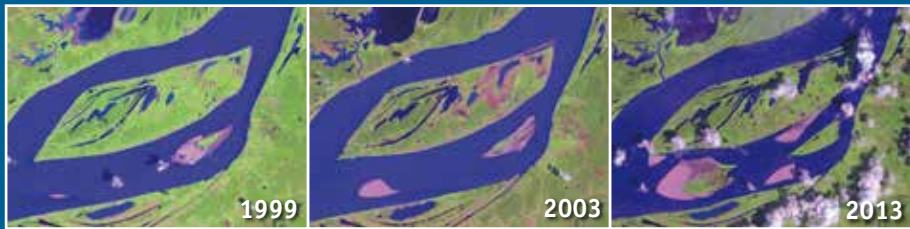
O primeiro tipo de vegetação a se desenvolver em uma área recente denomina-se vegetação pioneira e se estabelece em locais onde o solo foi recentemente depositado pela correnteza dos rios. Esse processo de desenvolvimento inicial da vegetação é denominado sucessão primária e pode ocorrer tanto nos rios quanto nos lagos. É um processo muito importante, pois as raízes, e até mesmo os caules dessas plantas pioneiras, contribuem para a diminuição da velocidade da correnteza do rio e, conseqüentemente, para a deposição mais rápida de novas camadas de solo. Conforme a área se torna mais alta devido à deposição de mais camadas e a vegetação pioneira sombreia o solo, inicia-se a sucessão secundária, quando diferentes grupos de espécies menos resistentes a altos níveis de inundação substituem as pioneiras. Em geral, estas novas espécies também precisam, quando jovens, da sombra que as pioneiras lhes fornecem. São plantas chamadas de ciófitas (plantas de sombra), diferente das pioneiras, que são heliófitas

Denominam-se florestas de **várzea baixa** àquelas que sofrem inundações médias com alturas entre 3 a 7 m (correspondendo a um período médio de inundação de 50-230 dias por ano). Já as florestas de **várzea alta** são aquelas em que a altura de inundação média é inferior a 3 m (correspondendo a um período médio de inundação menor que 50 dias por ano).

(plantas de sol). Um bom exemplo de sucessão ecológica em uma área de várzea é a Ilha da Marchantaria, que fica bem perto da cidade de Manaus, no Rio Solimões, logo antes do seu encontro com o Rio Negro (ver quadro abaixo).

Importância econômica e ecológica das florestas alagáveis

As árvores de florestas alagáveis, especialmente as de várzea, nos fornecem produtos florestais e serviços ambientais (ver Capítulos 2 e 6). Dentre os produtos florestais, a exploração de madeira é a atividade com maior lucro imediato, sendo também uma ameaça às florestas (ver Capítulo 13). O potencial madeireiro das várzeas é muito grande, devido à diversidade de espécies de árvores comerciais e ao baixo custo de transporte da madeira rio abaixo. Esse potencial levou à superexploração das florestas de várzea, que começou por causa do Ciclo da Borracha. Ainda hoje, grande parte da madeira no mercado vem de ecossistemas de várzea. Entretanto, produtos não madeireiros, como frutos comestíveis, podem ter tanto valor quanto os madeireiros e sua exploração não acaba com as florestas. Hoje já existe uma lei no Estado do Amazonas que define ciclos de corte e diâmetros de corte de espécies da várzea, com base nas taxas de crescimento e na densidade da madeira de cada espécie (IN009/2010; ver quadro



Chama-se **sucessão ecológica** o processo natural de estabelecimento de diferentes grupos de espécies ao longo de um **gradiente**. Esse gradiente é definido por mudanças graduais de uma ou mais características do ambiente (Ex: nível de inundação, porcentagem de argila etc.). Sucessão ecológica é um termo associado tanto a plantas quanto a animais e microrganismos. Nas florestas alagáveis, este processo é influenciado também pelo processo de sedimentação dos rios. Um bom exemplo deste processo é a Ilha da Marchantaria. Esta ilha já existe provavelmente há mais de 100 anos, e continua mudando pelo processo de erosão/sedimentação. Na figura acima, na qual a data de cada imagem está indicada no canto inferior direito, é possível observar que nos últimos 25 anos, não apenas apareceram novas praias na Ilha da Marchantaria, como também novas ilhas estão surgindo pela deposição de novas camadas de solo. Nas maiores delas já existe uma floresta pioneira (tons mais escuros de verde), e, inclusive, em pelo menos uma já se iniciaram práticas de agricultura. (Imagens de satélite Landsat, <http://landsatlook.usgs.gov/>).

abaixo). Já no igapó, o potencial para exploração de produtos não madeireiros é desconhecido e a exploração de madeira é, em geral, insustentável, porque a floresta cresce muito lentamente e apresenta

dificuldades para se recuperar após fortes distúrbios.

Além do seu potencial madeireiro, as florestas alagáveis oferecem serviços ambientais, como fornecimento de água limpa, alimento e uma paisa-

A **Instrução Normativa (IN) no 009 de 2010** estabelece que, após a exploração de uma área de várzea, esta mesma área só poderá ser explorada 12 ou 24 anos depois, para dar um tempo de “descanso” para a floresta se recuperar. Este tempo será de 12 anos para exploração de espécies de árvores de madeira leve, que crescem rápido e não são muito duras, ou 24 anos para exploração de madeiras pesadas, que crescem devagar e são duras. Além disso, esta IN estabelece que apenas árvores já grandes, com mais de 50 cm de diâmetro podem ser cortadas, para evitar que árvores muito jovens sejam excluídas. Se isso acontecesse, essas árvores jovens não deixariam seus descendentes e a população de árvores no local seria perdida depois de algumas décadas. Em outras palavras, a exploração de madeira não seria sustentável, pois seria responsável pelo seu próprio esgotamento. Essa Instrução foi desenvolvida com base nos estudos ecológicos de participantes do Grupo MAUA em florestas de várzea e igapó.

gem natural incrível. Elas fornecem alimento para diversas espécies de peixes que são importantes para a alimentação das populações humanas locais (ver Capítulo 6). Além disso, elas representam uma das maiores reservas de carbono terres-

tre, que se não estivesse preservado nos tecidos dos troncos, raízes e folhas das árvores, estaria na atmosfera como CO₂, reforçando o efeito estufa e, possivelmente, as mudanças climáticas globais (ver Capítulo 13).

Exemplos de algumas espécies importantes das florestas alagáveis

Cecropia latiloba Miq.

Família: Urticaceae

Nomes populares: Embaúba-da-várzea

Esta é a típica árvore pioneira da várzea. Após a colonização inicial por alguns arbustos, a *Cecropia latiloba* é a primeira árvore a chegar e dar início ao processo de sucessão em uma nova várzea. Elas aparecem em grande número, colonizando densamente o novo ambiente, e dão uma aparência homogênea à vegetação, por ficarem todas do mesmo tamanho. Foto: Daniel Praia.



Hevea spruceana (Benth.) Müll. Arg.

Família: Euphorbiaceae

Nomes populares: Seringa-barriguda

Parente da seringueira verdadeira (*Hevea guianensis*), da terra firme, esta árvore também produz um látex muito parecido com o utilizado para produção de borracha durante o Ciclo da Borracha no Amazonas. Esta árvore pertence a ambientes de várzea baixa, ou seja, aguenta longos períodos e altos níveis de inundação. Seu fruto é muito consumido por tambaquis, sendo, portanto, importante para esta espécie de peixe, que por sua vez é muito importante economicamente e culturalmente para as populações humanas do Amazonas. Foto: Daniel Praia.



Hura crepitans L.

Família: Euphorbiaceae

Nomes populares: assacu, árvore-do-dia-bo, catauá

Essa espécie pode ser encontrada principalmente nas florestas de várzea alta, com menos de 3m de inundação média. Pode atingir uma altura média entre 20 – 40m. É uma das espécies madeireiras mais exploradas em áreas de várzea. Sua madeira é empregada na fabricação de portas, janelas, brinquedos, compensados, embalagens e boias. Seu látex branco é utilizado como veneno para peixe, causando irritação e até mesmo queimaduras quando em contato com a pele. Foto: Naara Ferreira.



Ceiba pentandra (L.) Gaertn.

Família: Malvaceae

Nomes populares: samaúma, sumaúma, paina-lisa, ceiba

A samaúma é uma das espécies mais altas da bacia Amazônica, podendo alcançar até 50m, sempre se destacando acima da copa das outras árvores da várzea. É encontrada ocasionalmente em florestas não inundadas de terra-firme e, principalmente, em florestas de várzea alta, inundadas, em média, por menos de 3 m de altura. Sua madeira é utilizada para boias de casas flutuantes, construção naval, embalagens e compensados. Foto: Daniel Praia.



***Macrolobium acaciifolium* (Benth.)
Benth.**

Família: Fabaceae
(Caesalpinioideae)

Nome popular: arapari

O arapari é uma árvore representativa tanto das florestas de igapó quanto das de várzea, sendo muito comum nesses ambientes em lugares com inundação de até 7m. Alcança até 25m de altura e pouco mais de 1 m de diâmetro. Em raros casos, seu diâmetro chega a aproximadamente 2m, em áreas de igapó. Sua madeira é usada para embalagens, compensados, carpintaria e construção civil. Foto: Bruno BL Cintra.



***Aldina latifolia* Spruce ex Benth.**

Família: Fabaceae (Faboideae)

Nomes populares: macucu, macucu-do-igapó

O macucu é uma árvore bastante comum nos igapós, em níveis variados de inundação; uma das maiores desses ambientes e, certamente, uma árvore que se destaca acima da copa das demais. Alcança até 30m de altura e 2m de diâmetro. Não se tem conhecimento sobre seus usos, mas as árvores mais altas e com tronco reto poderiam ser utilizadas apenas para extração de madeira para subsistência, pois nos igapós a exploração de madeira lucrativa dificilmente seria sustentável. Foto: Bruno BL Cintra.



***Leopoldinia pulchra* Mart.**

Família: Arecaceae

Nomes populares: jará, piririma-do-igapó

A palmeira jará tem um caule solitário, raramente formando touceiras (vários caules). A planta atinge até 10m de altura, apresentando característico trançado em forma de rede no caule, formado pela base de folhas já caídas. Essa espécie é predominantemente encontrada nas áreas de relevo mais baixo do igapó, em solos arenosos. Também é vista, em quantidade menor, ao longo de igarapés de terra firme. As fibras trançadas fornecem matéria-prima para artesanato. Foto: Daniel Praia.



***Eschweilera tenuifolia* (O. Berg) Miers**

Família: Lecythidaceae

Nomes populares: macacarecuia, cuieira

Esta é a espécie de igapó que alcança as idades mais elevadas dentre todas as árvores das florestas alagáveis, talvez idades mais elevadas ainda do que as espécies de terra firme. É a única espécie que suporta até 9 m de inundação, de forma que nas cotas topográficas mais baixas, principalmente onde a correnteza é fraca, podem ser encontradas inúmeras árvores apenas desta espécie. Nestes locais, às vezes elas ficam totalmente fora da água por apenas 50 dias por ano. É uma árvore baixa, com menos de 10 m de altura, atingindo diâmetros de pouco mais de 50 cm. Não são conhecidos usos para esta espécie. Foto: Bruno BL Cintra.



***Buchenavia oxycarpa* (Mart.) Eichler**

Família: Combretaceae

Nomes populares: tanimbuca-do-igapó, tanimbucarana

Esta é uma espécie do igapó que ocupa cotas topográficas variadas, suportando altos níveis de inundação. Destaca-se por ser capaz de crescer onde o solo é pouco desenvolvido, como entre muitas rochas presentes nos rios na bacia do Rio Negro, utilizando suas raízes numerosas e superficiais para penetrar frestas e conseguir apoio onde poucas outras espécies conseguiriam. Prefere lugares com muito sol, sendo bastante encontrada às margens dos rios. Foto: Daniel Praia.



***Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand**

Família: Malvaceae

Nomes populares: Munguba

Esta é uma das primeiras árvores a ocupar ambientes de sucessão secundária das florestas de várzea. A espécie prefere locais com muito sol, sendo encontrada principalmente às margens de rios e em clareiras dentro das florestas. A munguba distingue-se por seus indivíduos muito altos, com até 30 m de altura, que perdem completamente suas folhas durante a fase alagada, deixando expostos seus grandes frutos vermelhos. Esses frutos, ao se abrirem, revelam sementes envoltas em algo semelhante a algodão, o que facilita que o vento as carregue por grandes distâncias. Sua madeira é muito leve, podendo ser usada para compensados e embalagens. Foto: Jochen Schöngart.



Conclusão

Como foi visto ao longo deste capítulo, as áreas alagáveis possuem muitas espécies que ocorrem somente nestes ambientes, contribuindo para a grande diversidade de árvores encontradas nas florestas tropicais. Cada uma dessas espécies possui características únicas, que as diferenciam de outras espécies e fazem com que elas consigam sobreviver nestes ambientes, mesmo quando alagados por longos períodos. Somente conhecendo as espécies das áreas alagáveis é que podemos ajudar a conservá-las e a conservar os ecossistemas em que habitam, que vêm sofrendo pressão das atividades humanas cada vez mais intensas e destrutivas.

Onde obter mais informações:

EMBRAPA. 2013. *Espécies arbóreas brasileiras*. Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> > . Acesso em: 26/08/2013.

LORENZI, H.; KAHN, F.; NOBLICK, L.R.; FERREIRA, E. 2010. *Flora Brasileira Arecaceae (Palmeiras)*. 1. ed. Plantarum, Nova Odessa, 368p.

MUSEU NACIONAL UFRJ. 2013. *Horto Botânico*. Disponível em: < <http://www.museunacional.ufrj.br> > . Acesso em: 26/08/2013.

SCHÖNGART, J. 2008. Growth Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. *Forest Ecology and Management*, 256:46–58.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE: LANDSAT MISSIONS. *Landsat*. Disponível em: < <http://landsatlook.usgs.gov/> > . Acesso em: 03/07/2014.

WITTMANN, F.; ANHUF, D.; JUNK, W.J. 2002. Tree species distribution and community structure of central Amazonian várzea forests by remote-sensing techniques. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 805-820.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; BRITO, J.M.; OLIVEIRA-WITTMANN, A.; PIEDADE, M.T.F.; PAROLIN, P.; JUNK, W.J.; GUILLAUMET, J.L. 2010. *Manual de árvores de várzea da Amazônia Central. Taxonomia, Ecologia e Uso*. Editora do INPA, Manaus, 286p.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; JUNK, W.J. 2010. Phytogeography, Species Diversity, Community Structure and Dynamics of Central Amazonian Floodplain Forests. Em: Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P. (Eds.). *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Ecological Studies, Springer. 61-102.



CAPÍTULO 5

Conhecendo as macrófitas aquáticas da Amazônia

Aline Lopes

Naara Ferreira da Silva

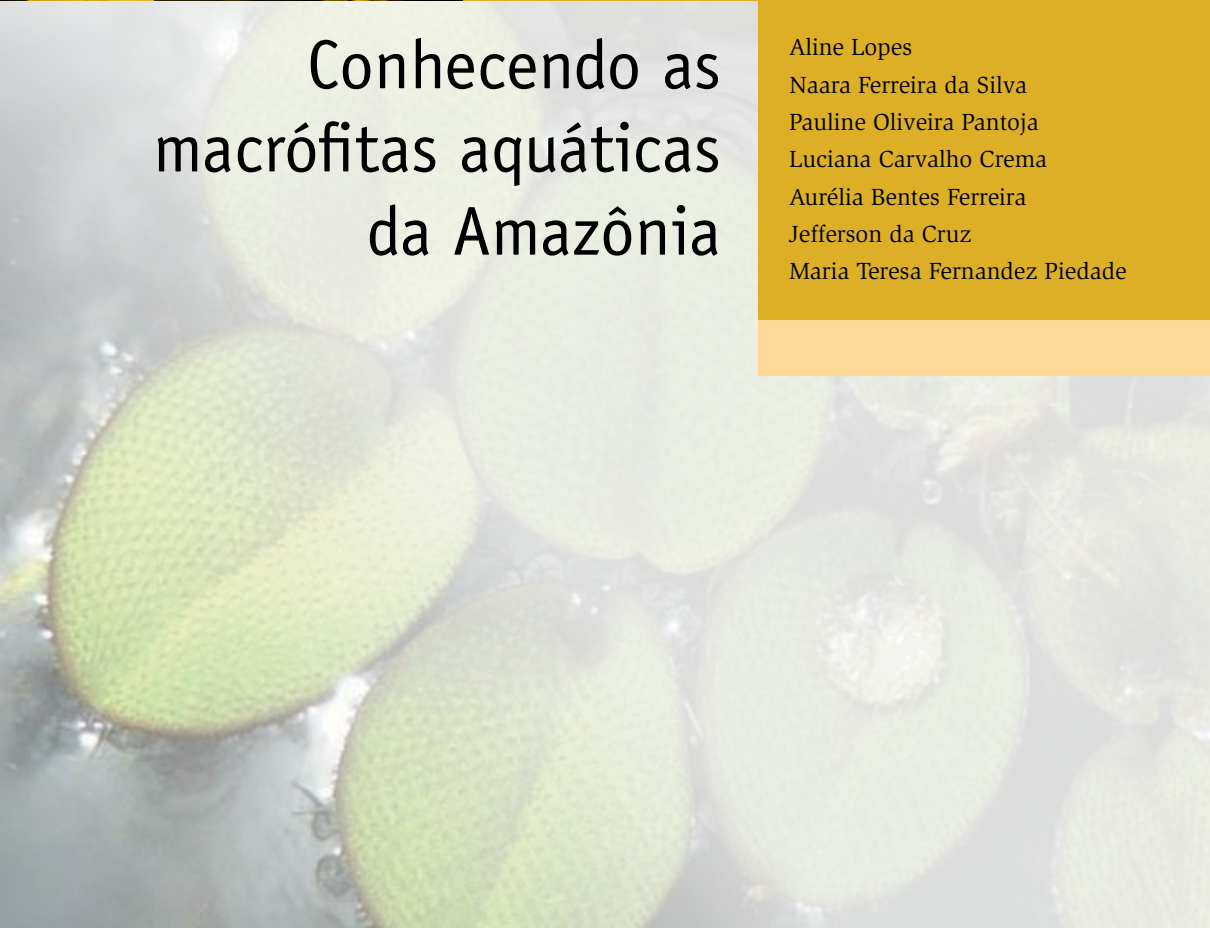
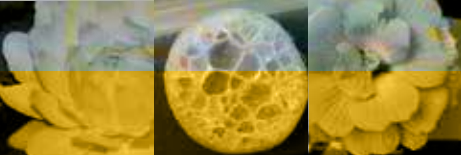
Pauline Oliveira Pantoja

Luciana Carvalho Crema

Aurélia Bentes Ferreira

Jefferson da Cruz

Maria Teresa Fernandez Piedade



O que são macrófitas aquáticas?

Macrófitas aquáticas são **plantas vasculares** que ocupam desde áreas encharcadas até aquelas completamente alagadas. Elas podem ocorrer em locais de água doce (rios, lagos,

As **plantas vasculares** apresentam tecidos especializados (xilema e floema), que permitem tanto o transporte de água e sais minerais (seiva bruta) quanto de produtos da própria fotossíntese (seiva elaborada).

lagoas, reservatórios, brejos, pântanos, buritizais, cachoeiras, corredeiras, igarapés, entre outros), em águas salobras (estuários), ou em águas salgadas (geralmente na costa litorânea, em áreas onde conseguem se proteger de fortes ondas). Desta forma sobrevivem em praticamente todas as regiões do globo terrestre, desde as mais quentes, com temperaturas que podem alcançar 58 °C, até as regiões mais frias, como nas partes costeiras da Antártida, onde não há gelo.

Para poder compreender porque as macrófitas aquáticas são especiais, primeiramente é importante entender a própria evolução das plantas. Os ancestrais desses seres vivos surgiram no ambiente aquático, sendo representadas atualmente pelas algas e depois, ao longo do processo evolutivo, passaram a ocupar o ambiente terrestre. Algumas delas, como é o caso das macrófitas aquáticas, voltaram a habitar os ambientes

aquáticos. Devido a esse processo evolutivo, elas apresentam algumas características de plantas terrestres, como as flores que, em geral, são postas fora da água, além de uma grande capacidade de adaptação aos mais variados tipos de ambientes. Entretanto, a forma de reprodução mais comum entre as espécies que ocorrem nas áreas alagáveis é a assexuada, por rebrotamento.

As macrófitas estão representadas por um grande grupo de vegetais, que variam enormemente em suas dimensões, englobando desde as menores plantas vasculares do mundo, pertencentes aos Gêneros *Lemna* e *Wolffiella* (Figura 1), que chegam a ter menos que 5 mm de comprimento, até a enorme aninga, da Família Araceae (*Montrichardia linifera*), que pode alcançar 8 m de altura. Podem se reproduzir sexualmente por polinização cruzada e por autopolinização ou assexuadamente pela propagação de **rizomas** ou **estolões**. Além disso, possuem muitas adaptações morfológicas (da forma) e anatômicas (dos tecidos internos) principalmente para a flutuação, tais como tecidos esponjosos (aerênquima), caules ocos e pelos hidrofóbicos, que repelem a água.

Rizoma é um tipo de caule subterrâneo que acumula substâncias nutritivas. Em alguns rizomas ocorre acúmulo de material nutritivo em certas regiões, formando tubérculos. Rizomas podem ser distinguidos de raízes pelo fato de apresentarem gemas laterais.

Estolão é um tipo de caule que cresce paralelamente ao chão, com entrenós longos e com gemas a cada nó. Essas gemas podem formar raízes e folhas e originar novas plantas por reprodução assexuada.



Figura 1. A) lentilha d'água (*Lemna minor*) uma das menores plantas vascular do mundo; B) tamanho da planta em comparação com um dedo. Fotos: Jefferson da Cruz.

Agrupando semelhantes

As macrófitas aquáticas pertencem a diversas famílias botânicas, incluindo representantes das plantas avasculares, plantas vasculares sem sementes e também plantas que produzem flores e frutos. Portanto, estas plantas evoluíram independentemente umas das outras, e por isso podem ser encontradas nas mais variadas formas de vida ou diferentes grupos ecológicos. As semelhanças entre os representantes destes grupos estão muito mais relacionadas às pressões que o ambiente exerce sobre as plantas, do

que ao parentesco que elas possam ter. Existem aquelas que são capazes de viver tanto em áreas alagadas, como passar períodos fora da água, podendo apresentar uma morfologia diferenciada dependendo do ambiente (**anfíbios** ou **semi-aquáticas**), como o bucho de pirarucu (*Neptunia oleracea*). Outras ficam enraizadas no fundo dos rios e lagos, com as folhas fora da água (**emergentes**), como a canarana (*Echinochloa polystachya*). Algumas plantas são fixas no substrato, porém possuem folhas flutuantes (**flutuantes fixas**), como a vitória-régia (*Victoria amazonica*), e existem aquelas que flutuam livremente e podem ser levadas pela correnteza, pelo vento ou até por animais (**flutuantes livres**), como o aguapé ou mureru (*Eichhornia crassipes*). Há outras que têm as raízes fixadas no fundo, os caules e as folhas submersos e, geralmente, a flor para fora da água (**submersas fixas**). Algumas espécies encontram-se totalmente livres e submersas, geralmente emergindo somente as flores (**submersas livres**), como o lodo (*Utricularia foliosa*). Há ainda plantas que se instalam sobre outras plantas aquáticas (**epífitas**), como o capim navalha (*Leersia hexandra*). As diferentes comunidades de plantas aquáticas e sua substituição ao longo do ciclo hidrológico encontram-se representadas na (Figura 2).

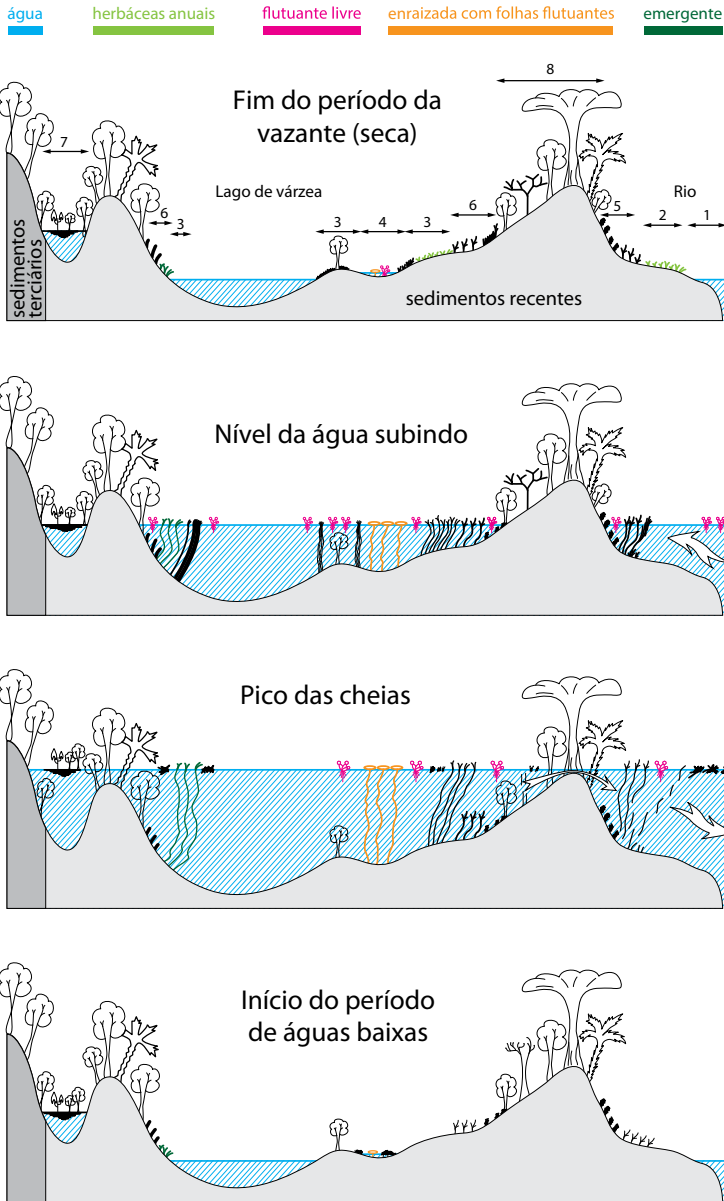


Figura 2. Diferentes comunidades de plantas herbáceas na várzea durante o ciclo hidrológico e alguns de seus hábitos: 1) canal do rio; 2) praias fluviais com plantas anuais terrestres durante a seca; 3) sedimentos finos dentro de lagos com plantas herbáceas anuais terrestres durante a seca e todos os tipos de macrófitas aquáticas durante a enchente e cheia; 4) depressões permanentemente úmidas na seca com plantas aquáticas e palustres; 5) margem estável do rio com capins perenes; 6) margem do lago com capins perenes; 7) lago com nível de água relativamente estável e a formação de ilhas flutuantes de material orgânico (matupá); 8) várzea alta com floresta alagável. Adaptado de Junk 1986. Cores iguais representam as mesmas comunidades de plantas.

As macrófitas aquáticas da Amazônia

Na Amazônia, uma grande quantidade de macrófitas pode ser encontrada nas várzeas. Estas áreas são inundadas pelos rios de água barrenta tais como os rios Solimões e Madeira, entre outros, sempre ricos em nutrientes e com pH neutro (6 - 7,5; ver Capítulo 3). Estas características favorecem o crescimento de muitas espécies destas plantas, dentre as quais podemos destacar:

A **canarana** (*Echinochloa polystachya*; Figura 3) é uma espécie emergente que habita preferencialmente

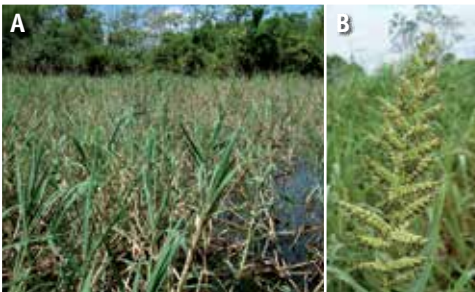


Figura 3. A) lago com grande densidade de Canarana e B) em detalhe a inflorescência. Fotos: Jefferson da Cruz.

beiras de rios e lagos. No início da cheia, esta é uma das macrófitas aquáticas que mais rapidamente rebrota e coloniza o terreno. Ela é conhecida por ser uma das plantas mais produtivas da Amazônia, chegando a atingir 100 toneladas de peso seco por hectare por ano. Suas folhas servem de alimento para capivaras e para algumas tartarugas e invertebrados terrestres, sendo também utilizadas para a alimentação do rebanho bovino; suas raízes proporcionam substrato para invertebrados aquáticos e hábitat para peixes jovens.

O **mureru** (*Eichhornia crassipes*; Figura 4) é uma espécie que se espalhou por todo o mundo devido à beleza de suas flores lilases, que duram apenas um dia e são **polinizadas** por grandes abelhas, as mamangavas. Após a polinização as inflorescências afundam e então os frutos são formados. Quando maduros eles afundam até o sedimento, local onde vai ocorrer a abertura das cápsulas e posterior **dispersão** das sementes. Nos rios da Amazônia, o mureru serve de alimento e abrigo para pei-

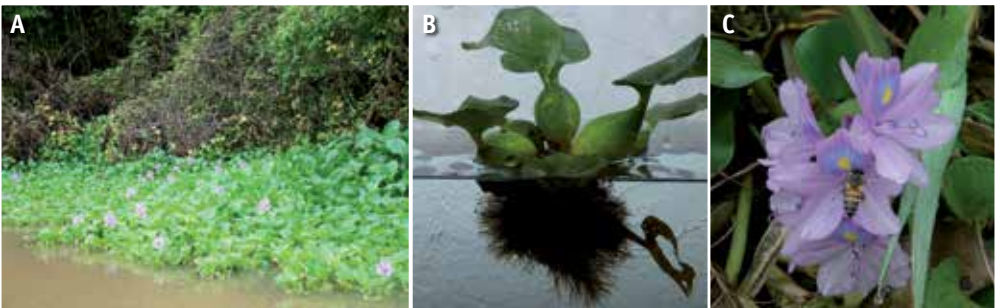


Figura 4. A) lago de água branca com mureru florido, B) no detalhe a planta flutuando e C) sua bela inflorescência sendo visitada por uma abelha. Fotos: Aline Lopes e Jefferson da Cruz.

A **polinização** é a transferência do pólen da parte masculina de uma flor, para a parte feminina (da mesma ou de outra flor), para realizar o processo de reprodução sexuada da planta. A polinização direta ou autopolinização é a transferência do pólen da antera para o estigma da mesma flor.

xes e mamíferos aquáticos herbívoros como o peixe-boi.

A **salvinia** (*Salvinia auriculata*, sem nome popular na região Norte; Figura 5) é uma samambaia aquática muito interessante por apresentar pelos hidrofóbicos (repelem a água) na superfície das folhas. Isto impede que a água se acumule e desta forma a planta não afunda. Por ter um porte pequeno (suas folhas têm em média 2,5 x 2,0 cm) e por se reproduzir vegetativamente com muita facilidade, é considerada uma planta ornamental, sendo amplamente utilizada em aquários e jardins aquáticos. É muito consumida por capivaras, insetos, caramujos, aves e peixes.

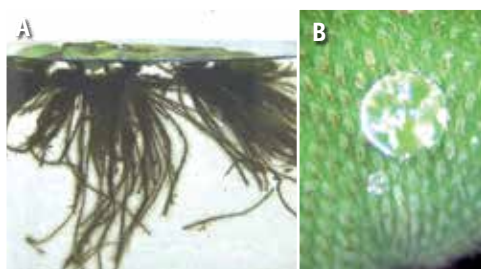


Figura 5. A) salvinia flutuando e B) no detalhe uma gota de água sobre os pelos hidrofóbicos. Fotos: Jefferson da Cruz

A **dispersão** é o ato de distribuir material de reprodução ou de propagação (botanicamente), quer seja pólen (material de reprodução) quer seja uma semente ou outro propágulo (material de propagação, por exemplo pedaços de caules). A dispersão pode ser feita pelo vento, por animais, pela água etc.

A **alface d'água** (*Pistia stratiotes*; Figura 6) é uma espécie flutuante livre, polinizada por besouros, que habita preferencialmente águas paradas em locais que recebem grande radiação solar e muita matéria orgânica. Na maior parte das vezes, a reprodução da *Pistia* se dá de forma vegetativa por meio de estolões, podendo cobrir rapidamente grandes superfícies de águas calmas. É muito consumida pelo peixe-boi-amazônico e suas raízes muito ramificadas servem de habitat para um grande número de animais. Também é muito usada como planta ornamental em pequenos lagos.

As macrófitas também ocorrem em áreas inundadas por rios de água pre-

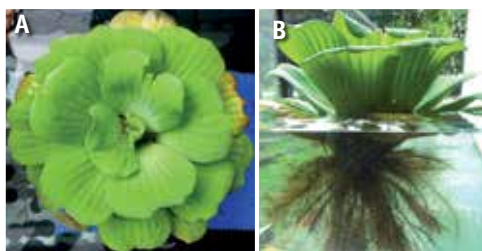


Figura 6. A) alface d'água vista de cima e B) flutuando. Fotos: Jefferson da Cruz

ta e clara, os igapós (ver definição no Capítulo 3). Nos igapós, a riqueza de macrófitas é menor em comparação às áreas de várzea, devido à baixa quantidade de nutrientes e a acidez das águas. Nessas áreas destacam-se:

O **arroz de pato** (*Oryza glumaepatula*) é uma espécie emergente que ocorre com frequência nas áreas inundáveis. Cresce acompanhando o nível da enchente. Suas folhas servem de alimento para o rebanho bovino, cavalos, queixadas, capivaras e peixes. Além disso, suas sementes são consumidas por peixes e aves e podem ser consumidas pelo homem.

O **lodo** (*Utricularia foliosa*, Figura 7) é uma espécie submersa livre que ocorre preferencialmente em água parada ou pouco corrente, em rios e em locais alagados. Na Amazônia ocorre tanto na várzea quanto no igapó. O que chama a atenção nessa espécie é a presença de **utrículos**, pequenas bolsas onde são aprisionados e digeridos organismos componentes do **plâncton** como forma de obtenção adicional de nutrientes pela planta, o que faz dela uma espécie carnívora. É muito consumida por peixes e

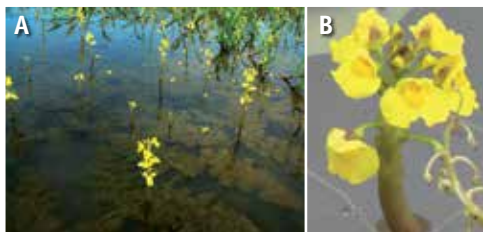


Figura 7. A) *Utricularia foliosa* em lago de água preta e B) em detalhe a inflorescência. Fotos: Jefferson da Cruz

Utrículos são pequenas bolsas (vesículas equivalente às folhas) que existem nas plantas do gênero *Utricularia*, e que servem para a captura das presas nessas plantas carnívoras (Foto: Jefferson da Cruz).



aves. Além disso, é abrigo de muitas espécies de peixes e invertebrados aquáticos.

A **aninga** (*Montrichardia linifera*) é uma espécie emergente, da família Araceae (parente dos antúrios e tajás), que ocorre na beira de rios, lagos e em locais alagados a maior parte do ano, tanto na várzea, quanto no igapó. Forma densas populações conhecidas como aningais, que servem de abrigo para peixes e local de desova para jacarés. Seus frutos servem de alimento para peixes frugívoros (que se alimentam exclusivamente de frutos). Na época da reprodução as **inflorescências** da aninga aumentam a temperatura em até 10 °C, o que faz com que seja

O **plâncton** é formado por organismos uni ou pluricelulares, em sua grande maioria microscópicos, que flutuam nos oceanos e mares, na superfície de águas salobras, doces ou lagos. O plâncton é a base da cadeia alimentar do ecossistema aquático.

Inflorescência é a parte da planta onde estão inseridas as flores. Existem vários tipos de inflorescências e essa variedade leva em consideração a maneira como as flores estão dispostas na planta. As plantas da família Araceae possuem inflorescência chamada espádice, que contém uma espata ou capa parecida com uma grande pétala.

exalado um odor que atrai besouros para a polinização. Seu caule apresenta aerênquima.

A **vitória-régia** (*Victoria amazonica*; Figuras 8), assim como a aninga, ocorre tanto na várzea quanto no igapó. Essa incrível planta é famosa por sua folha, que é a maior entre as plantas aquáticas (pode alcançar 2,5 metros de diâmetro e suportar até 40 Kg se forem bem distribuídos), e por sua flor, que é a maior das Américas e a segunda maior do mundo (pode alcançar 30 cm de diâmetro). Cada flor abre-se ao anoitecer por duas noites consecutivas. Na primeira noite é branca (Figura 8A), aumentando de temperatura para liberação de odor que atrai o besouro *Cyclofalo casteneaeae*, que chega cheio de pólen, polinizando a flor (o estigma, que é o receptor feminino, recebe o

pólen). Estes besouros permanecem presos na flor. No segundo anoitecer a flor abre-se novamente, agora rosada (Figura 8B), e liberando grande quantidade de pólen que cai sobre os besouros que estão saindo da flor e voando novamente para outra flor na fase feminina. Suas folhas têm o formato de coração quando jovens e circular quando adultas são flutuantes (Figura 8C) e apresentam canais de escoamento que encaminham a água das chuvas para fora da folha. Embora suas folhas sejam flutuantes suas raízes a fixam no substrato.

Porque as macrófitas aquáticas são importantes?

Com tantas espécies e formas de vida, você deve pensar que estas plantas podem ser utilizadas para muitas finalidades. De fato, algumas espécies de macrófitas aquáticas são usadas, por exemplo, na confecção de artesanatos. Isso acontece com a fibra do arumã (*Ischnosiphon* spp.) amplamente utilizada na confecção dos mais variados tipos de peças artesanais, como biojóias e cestarias (ver Capítulo 12 para maiores infor-



Figura 8. A) flor de vitória branca B) flor de vitória rosa após polinização C) *Victoria amazonica* no campo com flor fecundada. Fotos: Jefferson da Curz e Naara Ferreira da Silva

mações). Outras espécies chegam até nós como pratos típicos da culinária oriental, por exemplo, as raízes e sementes de lótus (*Nelumbo nucifera*); são utilizadas nas mais variadas combinações. O uso medicinal de macrófitas também é conhecido, como é o caso do agrião (*Nasturtium officinale*) recomendado em casos de infecções respiratórias e de pele e inflamações, dentre outras enfermidades. Das folhas do aguapé incineradas índios do alto Xingu extraem o sal vegetal, rico em potássio, encontrado na forma de cloreto de potássio. Além de servirem ao homem de forma direta, as macrófitas aquáticas desempenham ainda outros papéis fundamentais, garantindo o funcionamento saudável dos ecossistemas aquáticos em que ocorrem. Elas são excelentes filtradoras e despoluidoras da água, sendo utilizadas com sucesso na recuperação de rios e lagos contaminados. Um hectare de aguapé (*Eichhornia crassipes*), por exemplo, pode absorver o equivalente à média diária de produção de esgoto de 800 pessoas. As macrófitas aquáticas servem também como local de desova para aves e répteis, como é o caso da *Salvinia auriculata* e da *Victoria amazonica*, onde o Jaçana (*Jacana jacana*), uma ave aquática, deposita seus ovos (Figura 9). Além disso, o ambiente formado pelas raízes das macrófitas aquáticas é considerado um berçário natural para muitas es-

pécies de peixes, pois garante abrigo e alimento (veja maiores informações sobre a importância das macrófitas para os peixes no Capítulo 6). As macrófitas atuam ainda como fonte produtora de oxigênio, substrato e meio para o crescimento de fitoplâncton e zooplâncton.

Como vimos, além de serem belas, as macrófitas aquáticas têm uma enorme importância nos ambientes aquáticos e nas áreas alagáveis da Amazônia. Para que continuemos a desfrutar de todas essas vantagens que elas nos proporcionam devemos conservá-las e utilizá-las de forma adequada.

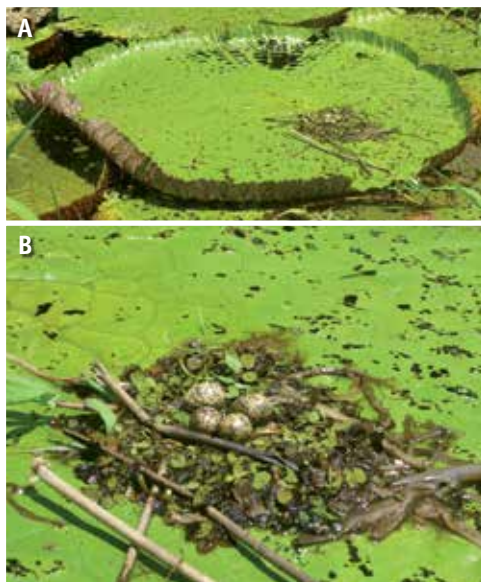


Figura 9. A) ovos de jaçanã sobre folha de vitória-régia. B) detalhes do ninho construído com fragmentos de salvinia e membeca. Fotos: Jefferson da Cruz

Onde encontrar mais informações:

- JUNK, W.J.; HOWARD-WILLIAMS, C. 1984. Ecology of aquatic macrophytes in Amazonia. Em: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Monographie biologica. Dordrecht, 270-293.
- JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. Em: Junk, W.J. (Ed.). *The Central Amazon floodplain*. Ecological studies. Springer, Berlin, 147-185.
- PIEADADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; JUNK, W.J. 2005. O Manejo sustentável das Áreas Alagáveis da Amazônia Central e as Comunidades Herbáceas Aquáticas. *Uakari*, 1:29-38.
- POTT, V.J.; POTT, A. 2000. *Plantas aquáticas do Pantanal*. EMBRA-PA, Corumbá, 353p.
- SCULTHORPE, C.D. 1985. *The biology of aquatic vascular plants*. 2. ed. Koeltz Scientific Books. Kšnigstein, Germany, 610p.



CAPÍTULO 6

Áreas alagáveis da Amazônia e seus recursos pesqueiros

Bianca Weiss Albuquerque
Daniel Praia Portela de Aguiar
Sejana Artiaga Rosa
Jansen Zuanon

Quantas espécies de peixes existem na Amazônia?

A Bacia Amazônica é a mais extensa do mundo, abrangendo Brasil, Bolívia, Peru, Venezuela, Equador, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa e Suriname. Apresenta uma complexa rede de drenagem composta por inúmeros córregos, rios e riachos que margeiam e inundam as florestas de várzea e igapó, além de diversas lagoas, lagos, igarapés e rios. Na região estuarina mais próxima à desembocadura do rio Amazonas, ocorre também a influência das marés (Figura 1). Essa imensidão de águas abriga a maior diversidade de peixes do mundo (pelo menos 3.000 espécies), dos quais mais de 1.000 espécies são utilizadas na alimentação e na pesca ornamental (Freitas & Rivas, 2006).



Figura 1. Bacia Amazônica. Araújo, 2014.

Comparando tamanhos

Bacia Amazônica: 7.050.000 km²

Brasil: 8.515.767 km²

Austrália: 7.692.024 km²

EUA: 9.826.675 km²

Europa: 10.180.000 km²

A atividade pesqueira

A pesca é considerada um valioso recurso sustentável explorado nos rios amazônicos, pois os peixes constituem-se em um bem altamente produtivo e renovável, que serve como importante fonte de alimento, renda e lazer para grande parte da população, principalmente aquela residente nas margens dos rios amazônicos. A Amazônia possui as maiores taxas de consumo de peixes do mundo, sendo o pescado uma das mais importantes fontes de proteína para a população regional. Em média, há o consumo de 369 g ao dia por pessoa ou 135 kg/ano, podendo chegar a cerca de 600 g por dia e 220 kg/ano em certas áreas.

Em toda a Bacia Amazônica, a atividade pesqueira é considerada a principal fonte de renda de cerca de 200 mil pessoas, chegando a atingir 72% do valor total da renda anual de certas comunidades ribeirinhas. Contudo, as bases econômicas dos ribeirinhos estão sendo muito ameaçadas, principalmente pelo declínio da agricultura e expansão da pecuária em regiões de várzea e também pela intensificação da pesca em escala comercial. Na Amazônia existem quatro modalidades de pesca: pesca de subsistência, comercial, esportiva e ornamental.

A pesca de subsistência é praticada pelos ribeirinhos de forma artesanal, podendo o pescado ser vendido a intermediários ou feiras das vilas próximas. Essa modalidade de pesca utiliza diversas ferramentas, algumas

de origem tradicional e bastante primitivas, e explora uma grande diversidade de espécies de peixes.

Os pescadores de subsistência têm a pesca como uma atividade econômica complementar ou para o próprio consumo, ou seja, a sua fonte de renda não vem apenas da pesca. Duran-

te as cheias dos rios, ocorre o corte e transporte da madeira através dos rios, enquanto que a pesca comercial de pequena escala e a agricultura ocorrem principalmente durante o período da seca (Figura 2).

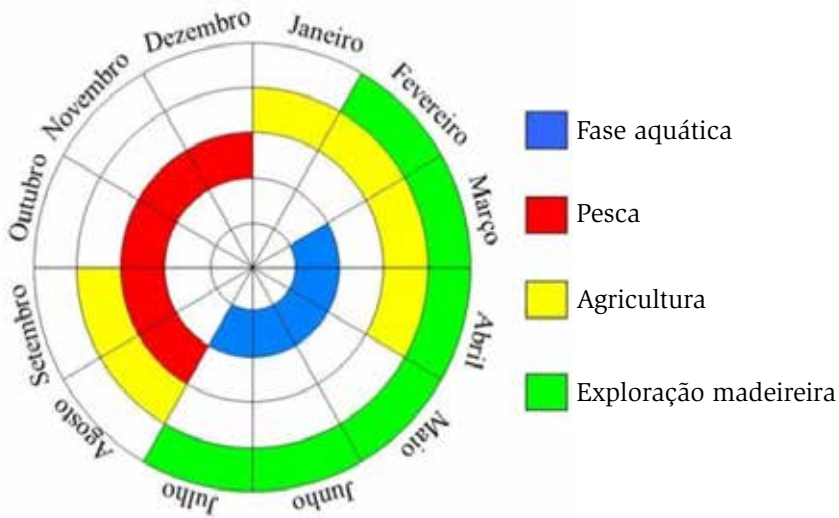


Figura 2. Atividades econômicas de comunidades ribeirinhas na Amazônia e sua relação com o ciclo hidrológico de secas e cheias dos rios. Fonte: Jochen Schöngart, baseado em Albernaz & Ayres, 1999.

A **pesca comercial** na Amazônia brasileira se desenvolveu a partir de 1950, com a implantação de novas tecnologias de pesca, transporte e armazenagem de produtos. Atualmente, essa modalidade de pesca emprega diretamente mais de 30 mil

A **pesca comercial** é uma atividade com dedicação quase ou totalmente exclusiva dos pescadores, cuja produção destina-se à comercialização nos mercados regionais.

pessoas, gerando uma renda anual estimada entre R\$ 240.000,00 e R\$ 480.000,00. A pesca em reservatórios das grandes hidrelétricas da região, como Balbina, Samuel e Tucuruí é também enquadrada nessa categoria.

Existe um conflito entre os ribeirinhos e os pescadores de “fora”, que são pescadores comerciais que utilizam as mesmas áreas para obtenção dos peixes. Os ribeirinhos consideram que os pescadores comerciais capturam a maior parte dos peixes,

diminuindo, dessa forma, o estoque de espécies nas áreas utilizadas por ambos. Considerando a dependência dos ribeirinhos desse tipo de recurso, o declínio das espécies de peixes ocasionado principalmente pelo aumento da atividade da pesca tem gerado tensões sociais entre pescadores locais e de “fora”.

Para o pescador comercial, o produto do seu trabalho não possui só um valor de uso como ocorre com os pescadores artesanais, mas principalmente um valor de troca, direcionando a sua produção pesqueira apenas para fins comerciais. O principal conflito gerado entre grupos de pescadores de subsistência e comerciais ocorre em torno da quantidade de peixes capturados. Observa-se que os conflitos sociais envolvem questões marcadas pela escassez dos estoques pesqueiros das espécies de maior valor

comercial, devido à falta de uma política adequada das autoridades junto aos grupos que dependem da pesca.

A pesca esportiva, ao contrário das pescas comerciais e de subsistência, tem como produto final a associação entre as áreas de turismo e de pesca. Geralmente são pessoas que buscam recreação por meio da pesca e que utilizam diversos utensílios de pesca pessoais, variando conforme o tipo de pesca, peixe ou região. A modalidade predominante é o pesque-e-solte, principalmente de tucunarés (*Cichla* spp. Família Cichlidae) em rios de diferentes tipos de águas da bacia, abrangendo, principalmente, o médio Rio Negro e seus afluentes (Figura 3).

Os pacotes turísticos de sete dias para pesca vendidos no exterior chegam a custar cerca de R\$ 7.200,00 durante a temporada (outubro a mar-



Figura 3. Atividade pesque-e-solte com o tucunaré. Bacia do Rio Negro. Foto: Sejana Rosa.

“A **pesca esportiva** é realizada sem fins lucrativos por parte do pescador, praticada somente pelo prazer de pescar, fundamentada pelo lazer, recreação e turismo. Tem como princípio a filosofia do pesque-e-solte, caracterizada pela soltura dos peixes” (PUPE/RDSU, 2009).

ço), na época da seca. Conflitos com os pescadores de subsistência pelo uso dos recursos pesqueiros, devido ao crescimento dessa modalidade de pesca entre operadores de pesca esportiva, têm sido minimizados por meio do envolvimento de pescadores nativos em atividades de pesca esportiva, na forma de guias e pilotos de botes.

A pesca ornamental é uma atividade comercial realizada por pescadores conhecidos como “piabeiros”, que capturam espécies de interesse do mercado internacional de peixes para aquários, os quais são vendidos para empresas exportadoras. Esse tipo de pesca difere da comercial, pois se destina somente à contemplação dos

peixes capturados e comercializados vivos, e não para o consumo como alimento. Na Amazônia essa modalidade de pesca teve início na década de 1930 e na década de 1950 já abastecia os mercados europeu, norte americano e asiático. Com o aumento da demanda, os pescadores começaram a capturar cada vez mais peixes, chegando ao auge da atividade entre as décadas de 1980 e 1990, sendo historicamente mais explorada a região do médio Rio Negro. Segundo as últimas estatísticas do Ibama, o Brasil exportou, em 2007, R\$ 5,9 milhões em pequenos peixes de água doce, com 90% desse valor correspondente a espécimes capturados no Pará e no Amazonas. Destacam-se entre elas o Tetra-Cardinal (*Paracheirodon axelrodi*) e algumas outras espécies conhecidas popularmente como Acará-Disco (Figura 4).

Hoje, a grande preocupação na área do comércio de peixes ornamentais é a falta de monitoramento dos impactos gerados por esse tipo de



Figura 4. A) acará-disco (*Symphysodon aequifasciatus*); B) tetra-cardinal (*Paracheirodon axelrodi*). Fotos: Felipe Rossoni e Derek Campos.

O **Projeto Acará-Disco**, da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus (RDS – PP), em parceria com as comunidades locais, o Instituto Piagaçu e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, foi criado devido à necessidade de buscar alternativas para auxiliar pescadores que não mais praticavam a pesca ornamental devido ao baixo retorno financeiro, ou que a praticavam, porém, sem critérios adequados de sustentabilidade da atividade, ocasionando a degradação do ambiente e morte de grande parte dos peixes capturados.

pesca, além de questões relacionadas à mortalidade de peixes durante o armazenamento e transporte dos exemplares, e aos preços no mercado externo.

Uma nova estratégia para a atuação dos pescadores membros das comu-

nidades Uixi, Pinheiro e Evaristo, no baixo rio Purus, no Estado do Amazonas, foi traçada visando à capacitação dos pescadores no planejamento para a execução da captura, armazenamento, transporte e comercialização das espécies, por meio do **Projeto Acará-Disco** realizado na RDS Piagaçu-Purus (Figura 5).

Novas estratégias de pesca com baixo impacto ambiental foram implementadas, e os peixes, que antes eram comercializados a valores entre R\$ 0,80 a R\$ 1,50, agora variam de R\$ 6,00 a R\$ 40,00 pagos diretamente aos pescadores. O projeto mostrou que trabalhar junto às comunidades ribeirinhas pode ser uma das formas mais eficientes de conservar a imensa diversidade da ictiofauna amazônica (Rossoni, 2008).



Figura 5. Atrator de pesca (“galhada”) sendo montado com a utilização de vegetação de margem; cabeceira do lago Ayapuá, RDS Piagaçu-Purus, como parte do Projeto Acará-disco. Foto: Felipe Rossoni.

Espécies de peixes de grande importância na Amazônia

Tucunaré-comum ou “popoca” (*Cichla monoculus*, Cichlidae): peixe de médio porte, podendo alcançar até 40 cm de comprimento (Figura 6). Ocorre em rios de águas pretas, brancas e claras, preferindo ambientes de águas paradas, como lagos e remansos. Na época da reprodução, o macho desenvolve uma protuberância na parte anterior do seu dorso, popularmente denominada “cupim”. O casal constrói o ninho em troncos ou galhos, protegendo os filhotes até os três meses de idade. Alimenta-se predominantemente de peixes, engolindo-os inteiros, mas pode também preda camarões. De modo geral, os tucunarés estão entre os peixes amazônicos mais visados pela pesca esportiva. O tucunaré-comum, em particular, é a espécie de tucunaré mais comercializada nos mercados e feiras de Manaus – AM.

Jaraqui (*Semaprochilodus* spp., Prochilodontidae): diferenciam-se duas espécies de jaraqui: o jaraqui-escama-fina (*S. taeniurus*) e o jaraqui-escama-grossa (*S. insignis*). Ambas as espécies são de porte médio, alcançando até 35 cm de comprimento (Figura 7). Formam imensos cardumes, empreendendo grandes migrações na época da reprodução, desovando no encontro de rios de águas brancas, pretas ou claras no início da enchente (entre dezembro e janeiro). Após a desova, retornam às áreas alagáveis para se alimentar. São espécies consideradas detritívoras, alimentando-se de matéria orgânica, algas, bactérias, fungos e animais microscópicos depositados sobre superfícies como troncos e galhos submersos e no fundo dos rios e lagos. Os jaraquis são de grande importância para a pesca comercial e de subsistência, representando, em média, 20% da produção pesqueira desembarcada em Manaus, constituindo o segundo peixe mais comercializado.



Figura 6. Figura ilustrativa do Tucunaré (*Cichla monoculus*). Retirado de Santos *et al.*, 2009.



Figura 7. Figura ilustrativa do Jaraqui-escama-grossa (*Semaprochilodus insignis*). Retirado de Santos *et al.*, 2009.

Tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): é um peixe de grande porte, alcançando até 1,15 m de comprimento e pesando mais de 40 kg (Figura 8). É o segundo maior peixe de escamas da América do Sul, ficando atrás apenas do pirarucu. Os jovens são regionalmente conhecidos como “bocós” e “ruelos”. Habita preferencialmente lagos de águas brancas, claras e pretas. Pode ser encontrado na época da cheia alimentando-se de frutos e sementes

de diversas árvores que crescem nas florestas alagáveis de várzea e igapó. Em certas ocasiões alimenta-se também de zooplâncton. A reprodução ocorre na enchente. A desova se dá nos rios de água branca. É o peixe mais importante na pesca da região amazônica, e já há sinais evidentes de diminuições significativas em seus estoques devido à sobrepesca. É a espécie de peixe mais importante na piscicultura regional.



Figura 8. Figura ilustrativa do Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Retirado de Santos *et al.*, 2009.

Pirarucu (*Arapaima gigas*, Arapaimatidae): espécie de grande porte, podendo alcançar 3 m de comprimento e mais de 200 kg (Figura 9). É o maior peixe de escamas da América do Sul. Habita principalmente rios e lagos de águas brancas. É uma espécie piscívora, alimenta-se preferencialmente de peixes de escamas, mas, ocasionalmente, de camarões, caranguejos e insetos. Precisa vir à superfície obrigatoriamente para respirar, sendo capaz de sobreviver por mais de 24 horas fora da água. A reprodução ocorre entre o final da seca (dezembro) e a enchente (até maio) em ambientes de águas tranquilas, especialmente nas margens dos lagos. Apresenta intenso cuidado parental, protegendo os ovos e os filhotes. Peixes jovens de até aproximadamente 1,50 m de comprimento são apelidados pelos ribeirinhos de “bodecos”. É uma espécie muito valorizada e frequente no mercado, porém não muito abundante, provavelmente devido à constante diminuição dos estoques naturais que

ocorre desde o início da colonização na Amazônia. A pesca comercial da espécie é proibida o ano todo, com exceção das áreas onde ocorre o manejo comunitário dos estoques.

Matrinxã (*Brycon amazonicus*, Characidae): peixe de porte médio que pode alcançar 40 cm de comprimento (Figura 10). Muito parecido com a jatuarana (*B. melanopterus*), espécie da qual se diferencia pelo colorido do corpo. Pode ser encontrado em rios e lagos de águas brancas, claras e pretas. Espécie onívora que se alimenta de frutos, sementes, flores, restos de vegetais, plantas herbáceas, insetos e peixes. A reprodução ocorre entre o final da seca (dezembro) e o início da enchente (janeiro), após a realização de migração para a desova em direção aos rios de água branca. Também realiza a chamada migração trófica no final da enchente/cheia, a fim de se alimentar nas florestas alagáveis. É considerada uma espécie de importância comercial moderada, porém bastante apreciada pela população regional.



Figura 9. Figura ilustrativa do Pirarucu (*Arapaima gigas*). Retirado de Santos *et al.*, 2009.



Figura 10. Figura ilustrativa do Matrinã (*Brycon amazonicus*). Retirado de Santos *et al.*, 2009.

Ameaças aos recursos pesqueiros

O manejo oficial dos estoques pesqueiros na Amazônia brasileira é realizado principalmente por meio da aplicação do **período de defeso** e da limitação do tamanho mínimo dos peixes a serem pescados, o que parece não estar produzindo os efeitos desejados de proteção aos peixes.

Além disso, autoridades locais e municipais, e até mesmo na esfera estadual e federal, não conseguem atuar efetivamente na proteção dos habitats aquáticos, problema que tem sido a principal ameaça à manutenção da diversidade de peixes na Amazônia.

Além da sobrepesca, as barragens de grandes usinas hidrelétricas constituem-se em importantes ameaças. A construção de uma barragem altera profundamente as características naturais dos rios, reduzindo a velocidade do fluxo e alterando a qualidade da água e do leito dos rios, afetando diversos organismos, entre eles os

O **período de defeso**, também conhecido como piracema ocorre entre os meses de outubro a fevereiro. Caracterize-se como uma medida que tem por finalidade proteger certas espécies de peixes durante a fase reprodutiva ou de maior crescimento, justamente quando os indivíduos tornam-se mais vulneráveis. Dessa forma, essa medida favorece a sustentabilidade e a manutenção dos estoques pesqueiros.

peixes. Entre os principais impactos, destacam-se a perda de biodiversidade, resultante do desaparecimento de diversos habitats (por exemplo, as corredeiras e cachoeiras, que abrigam muitas espécies endêmicas), e a interrupção de ciclos reprodutivos, especialmente de grandes bagres migradores, cujo deslocamento é prejudicado pelas barreiras representadas pelas próprias barragens e pelos grandes reservatórios de águas quase paradas.

A criação de búfalos em ambiente de várzea, especialmente na região do baixo Amazonas, também traz

grandes prejuízos aos recursos pesqueiros. Isso ocorre à medida que os búfalos, adaptados a buscar alimento na água, consomem grande parte das plantas aquáticas (macrófitas), cujas raízes são importantes berçários para diversas espécies. O pisoteio de locais de desova e o acúmulo de excrementos e urina nos lagos rasos de várzea também podem comprometer a qualidade geral desses ambientes aquáticos e a fauna local de peixes.

Exemplo do manejo do pirarucu na RDSM

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) criada em 1990 pelo governo do Estado do Amazonas, compreende uma área de 1.124.000 ha de várzea, entre os rios Solimões e Japurá, nas proximidades

da cidade de Tefé, AM. A RDSM desenvolve um sistema participativo e sustentável, com a aplicação de normas de período de defeso e tamanho mínimo de captura, estabelecimento de cotas anuais de pesca, rodízio dos lagos a serem explorados e a aplicação de um método de contagem que consiste em registrar os pirarucus quando eles vêm à superfície da água para respirar (Viana *et al.*, 2007).

A cota anual de pesca em cada local é estabelecida a partir dessas contagens, com a retirada autorizada de 30% dos pirarucus adultos e os outros 70% sendo mantidos para assegurar a reprodução da espécie (Figura 11). A infração às normas de manejo estabelecidas pelo IBAMA gera uma menor cota de pesca de pirarucus no ano seguinte.



Figura 11. Manejo de Pirarucu (*Arapaima gigas*) dentro da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM). Foto: Maria Gabriela Fink.

A realização do manejo comunitário do pirarucu na RDSM representou um aumento na renda familiar decorrente dessas pescarias de R\$ 1.939,05 por ano em 1994/95 para R\$ 4.141,98 em 1999/2000. Esse sucesso estimulou os ribeirinhos a replicar essa estratégia de manejo do pirarucu em diversas regiões dos estados do Amazonas, Acre e Pará, e em países amazônicos vizinhos como Peru, Colômbia e Guiana.

Onde obter mais informações:

- ALBERNAZ, A.L.K.M.; AYRES, J.M. 1999. Logging along the Middle Solimões River. Em: Padoch, C.; Ayres, J.M.; Pinedo-Vasquez, M.; Henderson, A. (Eds.). *Várzea: diversity, development, and conservation of Amazonian's whitewater floodplains*. The New York Botanical Garden Press, New York, 135–151.
- BATISTA, V.S.; ISAAC, V.J.; VIANA, J.P. 2004. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. Em: Ruffino, M.L. (Ed.). *A Pesca e os Recursos Pesqueiros na Amazônia Brasileira*. Pró-Várzea/IBAMA, Manaus, 63–152.
- FRAXE, T.J.P.; WITKOSKI, A.C.; SILVA, S.C.P. 2009. *A pesca na Amazônia Central*. Editora da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 378p.
- FREITAS, C.E.; RIVAS, A.A.F. 2006. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. *Ciência e Cultura*, 58:30-32.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: < www.ibama.gov.br > . Acesso em: 18/10/2014.
- IMAZON – Associação (Oscip) de Pesquisa. Disponível em: < www.imazon.org.br > . Acesso em 19/10/2014.
- PETESSE, M.L.; PETRERE JR, M. 2012. O impacto das grandes hidrelétricas nas espécies dos rios represados. *Ciência Hoje*, 293(49):30-35.
- PUPE/RDSU. 2009. *Plano de Uso para a Pesca Esportiva da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uatumã, Amazonas*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, Manaus, 46p.
- ROSSONI F.C. 2008. *Ecologia da pesca e biologia reprodutiva do acará-disco (Symphysodon aequifasciatus, Pellegrin 1904) (Perciformes: Cichlidae) na RDS Piagaçu-Purus, Amazônia Central: subsídios para o manejo sustentável de um recurso natural*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 115p.
- SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S. 2009. *Peixes comerciais de Manaus*. 2. ed. Editora do INPA, Manaus, 144p.
- SOARES, M.G.M.; COSTA, E.L.; SIQUEIRA-SOUZA, F.K.; ANJOS, H.D.B.; YAMAMOTO, K.C.; FREITAS, C.E.C. (Orgs.). 2008. *Peixes de lagos do Médio Rio Solimões*. 2. ed. PIATAM, Manaus, 160 p.
- VIANA, J.P.; CASTELLO, L.; DAMASCENO, J.M.B.; AMARAL, E.S.R.; ESTUPIÑAN, G.M.B.; ARANTES, C.; BATISTA, G.S.; GARCEZ, D.S.; PEREIRA, S.B. 2007. Manejo Comunitário do Pirarucu (*Arapaima gigas*) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Amazonas, Brasil. Em: MMA/IBAMA (Ed.). *Áreas Aquáticas Protegidas como instrumento de gestão pesqueira*. Brasília, 239–261.



CAPÍTULO 7

Artrópodes nas Áreas Úmidas Amazônicas

Joana D'Arc de Paula
Aline Lopes
Maria Teresa F. Piedade
Neusa Hamada



A grande diversidade de artrópodes

Os artrópodes são muito presentes no nosso dia a dia. Caso você não se lembre, este grupo é representado por animais sem vértebras (invertebrados) e sem esqueleto interno, mas que possuem um esqueleto externo chamado de exoesqueleto que é rígido (duro), constituído por quitina. Além disso, eles possuem pares de patas articuladas (pernas) e o corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen. Mais de 70% das espécies conhecidas no planeta pertencem ao filo Arthropoda, o mais numeroso da atualidade no Reino Animal. Existe mais de um milhão de artrópodes catalogados, e esse número certamente é bem maior.

Devido a sua enorme diversidade morfológica e fisiológica os artrópodes podem ser encontrados em todos os ambientes, suportando climas e temperaturas bem diferentes. Por esse fato, são considerados os organismos mais bem sucedidos do planeta. Os artrópodes são divididos em mais de 10 classes, das quais as mais conhecidas são os insetos (por exemplo, carapanãs ou pernilongos, moscas, abelhas, formigas e gafanhotos), os aracnídeos (aranhas, carrapatos, escorpiões) e os diplópodes (piolhos de cobra) (Figura 1).

Os insetos se destacam entre os artrópodes e também em relação aos outros grupos de animais porque compõem a maior classe do reino animal, com mais de 60% das espécies co-

nhecidas na Terra. Entre os animais, os insetos possuem a maior biomassa e apresentam o maior número de interações com outros organismos. De um modo geral, grande parte das pessoas não gosta dos insetos, pois os consideram pragas, porém, apenas 2% deles são de fato pragas, ou seja, 98% não causam danos, na verdade são benéficos ao homem e ao meio ambiente. Um bom exemplo disto é a importância ecológica da polinização e do controle biológico de outros insetos, o que mantém em equilíbrio as cadeias alimentares entre os organismos (cadeias tróficas). Os insetos são também importantes como decompositores de matéria orgânica, ajudando na reutilização dos nutrientes no ambiente terrestre e aquático.

Os ciclos de inundação e os artrópodes das Áreas Úmidas (AUs) amazônicas

Os artrópodes podem ocorrer no ambiente terrestre e no ambiente aquático, tanto no mar quanto nas águas doces. Separá-los em aquáticos e terrestres é difícil, porque muitos deles, como é o caso das libélulas, dependem da disponibilidade de água em pelo menos uma fase de seu ciclo de vida. Por isso, os insetos são classificados como aquáticos quando ao menos 1 estágio do seu desenvolvimento ocorre no ambiente aquático (Merritt & Cummins, 1996).

Por apresentarem um pulso de inundação anual (ver Capítulo 3), as áreas úmidas amazônicas são, em



Figura 1. Alguns exemplos de artrópodes em áreas úmidas amazônicas: A) louva-a-deus (Mantodea: Mantidae); B) dois percevejos (ninfas) (Hemiptera, Pentatomidae) e um besouro (Coleoptera: Curculionidae); C) exúvia de uma libélula (Odonata); D) uma aranha caranguejeira ou tarântula, (Araneae: Theraphosidae). Fotos: Aline Lopes e Jochen Schöngart.

parte do ano ambientes terrestres e, na outra, aquáticos. Por isto, podem abrigar espécies de artrópodes terrestres e aquáticos. Os artrópodes mais frequentes nesses ambientes são piolhos de cobra, aranhas, formigas, besouros, mosquitos, camarões, libélulas, efemerópteras e joão pedreiro (Tricoptera) (Figura 2).

Os artrópodes terrestres das AUs Amazônicas

Vários artrópodes, incluindo insetos, que se desenvolvem completamente em ambiente terrestre podem viver

em áreas alagáveis. Para isso, estes organismos se adaptaram de várias maneiras para sobreviver à inundação. Esse conjunto de adaptações, chamados de estratégias de sobrevivência, permitem que esses animais tolerem as flutuações periódicas do nível de água. As estratégias mais importantes são as migrações verticais, do solo para as copas das árvores, e horizontais, da margem do rio para as partes mais altas do relevo. Essas migrações ocorrem de uma a oito semanas antes das enchentes, tanto em áreas de várzea, quanto nas florestas de igapó (ver definições no Capítulo

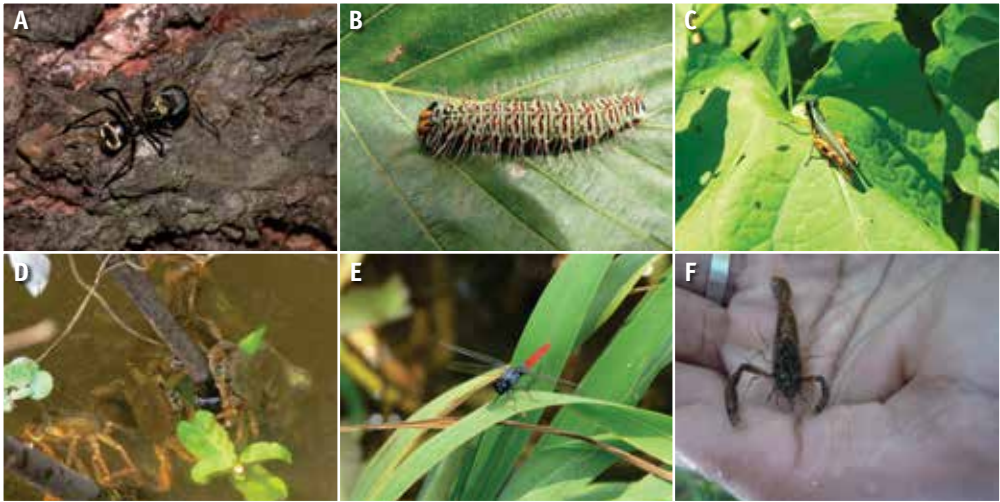


Figura 2. Alguns exemplos de artrópodos vivendo nas AUs amazônicas: A) formiga *Camponotus sericeiventris* (Formicinae: Formicidae); B) lagarta de Mariposa (Lepdoptera); C) gafanhoto, *Tetrataenia surinama* (Orthoptera: Acrididae); D) libélula *Planiplax* sp. (Anisoptera: Libellulidae); E) caranguejo na vegetação alagada, *Sylviocarcinus pictus* (Decapoda: Trichodactylidae); F) camarão retirado de igarapé, *Macrobrachium* sp. (Decapoda: Palaemonidae). Fotos: Jochen Schöngart e Joana D'Arc de Paula.

1). Para poder efetuar essas migrações, os artrópodos que vivem nesses ambientes percebem aumentos de umidade antes da chegada da inundação, e buscam um local adequado que ofereça abrigo e alimento, para sua sobrevivência quando o solo está coberto pela água.

Outras estratégias importantes foram observadas em insetos terrestres colonizando as AUs da Amazônia Central, como é o caso dos adultos de algumas espécies de besouros (Cicindelinae), que podem sobreviver de duas até 30 horas submersos. Para isso, eles possuem modificações na sua estrutura corporal e hábitos (ou seja, adaptações morfológicas, fisiológicas e etológicas). Durante a subida das águas algumas espécies

desse besouro migram para a parte alta das florestas alagadas (migração horizontal) e outras para os troncos e copas das árvores (migração vertical) onde se escondem ou passam o dia submersos. Quando dentro da água eles deixam a ponta do abdome acima da superfície da água, por onde eles captam oxigênio atmosférico e a parte final do abdome é movida para baixo de modo que o ar pode ser trocado. Besouros adultos de *Megacephala sobrina punctata* Laporte de Castelnau 1836, uma dessas espécies de Cicindelinae, conseguem captar oxigênio dissolvido na água circundante durante o mergulho. Isso acontece porque eles movem ativamente as asas, formando uma bolha no abdome quando estão submersos

(chamado de ventilação submersa parcial). Movendo o abdome para cima e para baixo eles podem aumentar ou reduzir o tamanho da bolha. Como as asas traseiras têm pelos que repelem água (hidrofóbicos), esses besouros podem aumentar ainda mais seu tempo de mergulho (Adis & Messner, 1997).

Artrópodes vetores de doenças

O ambiente aquático possui uma grande importância no ciclo de vida de diversos artrópodes vetores de doenças, como a malária, a febre amarela e o dengue, cujos insetos requerem água para o desenvolvimento de suas larvas. Fêmeas de mosquitos ou carapanãs de algumas espécies de *Anopheles*, quando infectadas, podem transmitir a malária, assim como algumas espécies de *Haemagogus* e de *Aedes* que podem transmitir a febre amarela; algumas espécies de *Aedes* (Figura 3), também podem transmitir o dengue. Larvas de *Anopheles* (Figura 3) se desenvolvem em águas limpas e ambientes sombreados, tanto em áreas de várzea quanto de igapó. Espécies de *Haemagogus* são encontradas mais frequentemente em matas úmidas e bem preservadas, enquanto que outras conseguem se estabelecer em ambientes onde o solo foi alterado (Gomes et al. 2010), ou seja, como eles utilizam ambientes diferentes, sua distribuição é muito maior e os problemas que eles provocam também. Já larvas de *Aedes* preferem águas limpas,

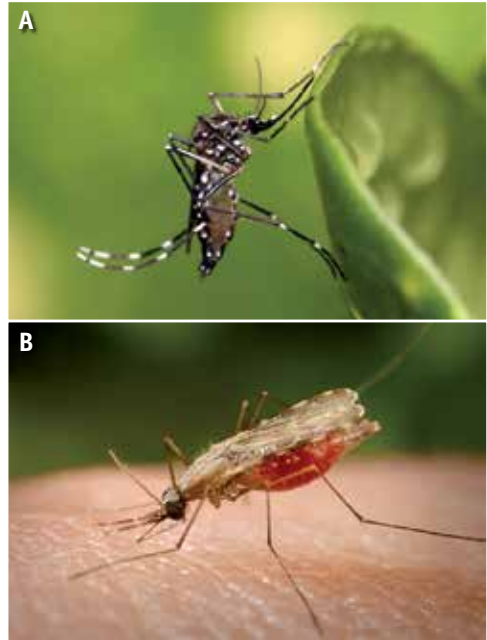


Figura 3. A) *Aedes aegypti* vetor do dengue e B) *Anopheles darlingi* principal transmissor da malária na Amazônia. Fotos: Muhammad Mahdí Karim e James Gathany (Wikipedia).

porém paradas, então a correnteza pode ser um problema, impedindo a reprodução destes mosquitos.

Os artrópodes aquáticos das AUs amazônicas

Os artrópodes aquáticos incluem, principalmente, pequenos crustáceos, larvas de Diptera, incluindo os mosquitos, larvas de libélulas, besouros, entre outros. Estes artrópodes podem viver na coluna de água, no sedimento no leito de rios e lagos, na vegetação flutuante e suas raízes, e em outros substratos orgânicos submersos. Eles muitas vezes precisam sair à procura de novos ambientes quan-

do ocorre o aumento no volume das águas, com a enchente, que ocasiona uma diminuição na oxigenação do sedimento e influencia também a velocidade da correnteza, profundidade e turbidez. Além disso, o movimento de subida e descida das águas pode interferir na ocorrência e distribuição da vegetação flutuante, que serve de abrigo para os artrópodes, e mudar a concentração de nutrientes na água.

Os artrópodes aquáticos são muito importantes para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, sendo seu benefício superior ao prejuízo causado pelas espécies de importância médica, que provocam doenças. Esses organismos compõem a base da cadeia de alimento, por exemplo dos peixes, e por isso, exercem importantes funções ecológicas em ambientes aquáticos. Devido a essas características os artrópodes podem ser utilizados como ferramenta no biomonitoramento da qualidade da água. Mas o que vem a ser isso? Biomonitoramento é quando utilizamos respostas biológicas de um organismo (ou de uma espécie) para avaliar se um ambiente sofreu modificações por uma ação natural ou feita pelo homem. Como alguns artrópodes são restritos ao ambiente em que vivem, mantendo uma estreita relação com esse ambiente, eles podem representar bem o ambiente naquele momento do estudo e são então denominados bioindicadores.

Mas, como podemos definir bons indicadores ambientais? De acordo com

Resh et al. (1996), para poderem ser considerados bioindicadores, os organismos devem ter ampla distribuição e abundância (quantidade de organismos) e tamanho corporal grande, facilitando sua identificação. Além disto, eles têm que possuir características ecológicas bem conhecidas; serem sedentários ou terem mobilidade restrita, representando, portanto, as condições dos locais em que vivem. Eles ainda devem ter a capacidade para acumular metais pesados ou outros elementos tóxicos em seus corpos, indicando a ocorrência destes no meio aquático. Os organismos que podem fazer isso tudo são considerados bons indicadores ambientais.

Esses organismos podem aguentar de maneira diferente as alterações do ambiente, ou seja, podem ter diferentes graus de tolerância. Conforme sua capacidade, eles podem ser classificados como sensíveis/intolerantes ou tolerantes/resistentes a essas alterações (Figura 4). Os ambientes preservados apresentam comunidades com alta quantidade de organismos sensíveis a modificações (plecópteros, tricópteros e efemerópteros), e os ambientes alterados tendem a apresentar mais organismos tolerantes às modificações (oligoquetas e dípteros; Couceiro et al. 2006). Assim, é fácil perceber que estudando a composição das comunidades de artrópodes aquáticos de um local, a qualidade de suas águas pode ser conhecida.

Esta é apenas uma das maneiras de demonstrar a importância dos artó-

A**B****C**

Figura 4. Macroinvertebrados aquáticos com diferente resistência à poluição: A) intolerantes, larvas de Plecoptera, Ephemeroptera, Tricoptera; B) médio grau de tolerância, larvas de Odonata, Coridalidae; C) tolerantes. Larvas de Oligochaeta, Chironomidae. Fotos: Roberto Junio Pedroso Dias e acervo do LACIA-INPA.

podes, que são, na verdade, grandes benfeitores ambientais. Essas informações devem ser distribuídas para todas as pessoas, com o auxílio da educação ambiental, para que a incrível tarefa desses organismos em favor do meio ambiente seja reconhecida.

Agradecimentos

Agrademos a Rodrigo de Loyola Dias, Nicolas Goia Cipola, Suzana Ketelhut, Joselândio Santos e Laura Miglio pela identificação dos artrópodes da Figura 1; e a Marcos Lhano, Suzana Ketelhut, Gustavo Tavares, Lilian Fernandes David e Célio Magalhães pela identificação dos artrópodes da Figura 2.

Onde encontrar mais informações:

- ADIS, J.; MESSNER, B. 1997. Adaptions to life under water: Tiger beetles and Millipedes. Em: Junk, W.J. (Ed.). *The central amazon floodplain - ecology of a pulsing system*. Springer, Berlin, 319-330.
- COUCEIRO, S.R.M.; FORSBERG, B.R.; HAMADA, N.; FERREIRA, R.L.M. 2006. The effects of an oil spill and domestic sewage release on the insect fauna of Cururu stream, Manaus, Amazonas, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(1a):35-44.
- GOMES, A.C.; TORRES, M.A.N.; PAULA, M.B.; FERNANDES, A.; MARASSA, A.M.; CONSALES, C.A.; FONSECA, D.F. 2010. Ecologia de *Haemagogus* e *Sabethes* (Diptera: Culicidae) em áreas epizóticas do vírus da febre amarela, Rio Grande do Sul, Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 19:101-113.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. 1996. *Aquatic insects of North America*. 3. ed. Kendall, Hunt publishing company, Iowa, 862p.
- RESH, V.H.; MYERS, M.J.; HANNAFORD, M.J. 1996. Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality. Em: Hauer, F.R.; Lamberti, G.A. (Eds.). *Methods in Stream Ecology*. Academic Press, San Diego, 647-667.



CAPÍTULO 8

Nem tudo que nada é peixe: os mamíferos aquáticos amazônicos

Luciana Carvalho Crema
Adriano Costa Quaresma
Vera Maria Ferreira da Silva



O que são mamíferos aquáticos?

Mamíferos, por definição, são animais que possuem glândulas que produzem leite (glândulas mamárias), mas também possuem outra característica muito importante, que é a presença de pelos no corpo.

No entanto, em alguns animais como as baleias e golfinhos, esses pelos só podem ser observados na fase embrionária. O grupo dos mamíferos possui mais de 5.400 espécies, entre as quais, nós seres humanos, estamos incluídos. Os mamíferos sempre despertaram interesse pela sua beleza, utilidade, ou ainda pela diversidade de lugares que ocupam.

Um grupo de mamíferos se adaptou a ambientes aquáticos e, desta forma, foram denominados mamíferos aquáticos. São encontrados em todos os mares do mundo, mas é nos grandes oceanos que encontramos o maior número de espécies. Algumas espécies também são encontradas em rios da Ásia, África e da América do Sul.

Seis espécies destacam-se por ocorrerem em toda a Bacia Amazônica ou em boa parte dela, que são: o boto-vermelho (*Inia geoffrensis* e *Inia boliviensis*), o boto-tucuxi (*Sotalia fluviatilis*), o peixe-boi-amazônico (*Trichechus inunguis*), a ariranha (*Pteronura brasiliensis*) e a lontra (*Lontra longicaudis*).

Adaptando-se às áreas úmidas

Estas espécies são muito bem adaptadas aos ecossistemas alagáveis encontrados no bioma Amazônia. Tanto as estruturas do seu corpo, como o seu comportamento, evoluíram para explorar os locais onde vivem e procuram seu alimento. Por exemplo, o peixe-boi da Amazônia possui corpo fusiforme (alongado), nadadeiras peitorais longas e flexíveis e na parte posterior do corpo, no lugar de membros, tem uma nadadeira arredondada com forma de um grande remo, o que o torna um excelente nadador, característica fundamental para habitar rios, lagos e regiões de várzeas e igapós.

Em ariranhas e lontras podemos verificar outras adaptações a ambientes aquáticos. Essas espécies anfíbias, encontradas tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos possuem uma grande habilidade de natação e mergulho. Suas patas possuem uma fina película entre os dedos da mão e do pé, como em um pé de pato, chamadas de membranas interdigitais. Também possuem uma cauda musculosa e achatada dorso-ventralmente (que se estende do lado dorsal ao lado ventral) que funciona como órgão propulsor na água, além da capacidade de fechar as narinas durante o mergulho. Essas características permitem que o animal tenha maior velocidade para nadar e perseguir sua presa.

Coluna cervical se localiza no pescoço entre a parte inferior do crânio e a superior do tronco, já **coluna vertebral** é uma parte da estrutura corporal dos vertebrados, e se estende do crânio até a pelve.

Outras adaptações importantes para habitar áreas alagáveis foram desenvolvidas pelo boto-vermelho. Este golfinho possui as sete vertebra cervicais não fundidas e maior espaçamento das outras vertebra na **coluna vertebral** permitindo maior flexibilidade, pois assim, ele consegue mover a cabeça em todas as direções e realizar movimentos laterais do corpo. Essa flexibilidade possibilita a busca de alimento em ambientes de difícil acesso, como rios pequenos, rasos e áreas de florestas alagáveis (igapó e várzea). Adaptações das **nadadeiras peitorais**, que são largas e grossas permitem nadar de ré, e também a fazer manobras ajudando os botos a não se prenderem em galhos e raízes.

Nadadeiras peitorais são estruturas utilizadas para nadar para cima ou para baixo, para “travar” e para estabilizar os movimentos e estão localizadas na região do peito dos animais.

Por que os mamíferos aquáticos são importantes?

Os mamíferos aquáticos da Amazônia influenciam processos ecológicos nos ambientes onde vivem. Geralmente mantêm as populações de suas presas em equilíbrio, mas também são fortemente influenciados por vários processos naturais, principalmente com relação à **variação sazonal** dos níveis dos rios ao longo do ano.

Os peixes-bois, por exemplo, desempenham importante papel ecológico, pois influenciam o seu ambiente quando se alimentam, controlando o aumento desproporcional das espécies de plantas aquáticas e semi-aquáticas que fazem parte da sua dieta. Também, ao eliminarem fezes e urina, adubam os rios, liberando nutrientes para outros organismos presentes na água, o que torna o ecossistema aquático mais estável e produtivo. Contudo, os peixes-bois

Variação sazonal é uma característica de um evento que ocorre sempre em uma determinada época do ano. Os rios da bacia amazônica sofrem variação hidrológica sazonal, que pode chegar a mais de 12 metros de diferença entre a estação seca e a cheia. Esta sazonalidade é influenciada principalmente pelo regime de chuvas e define quatro hidro estações: enchente, cheia, vazante e seca.

são influenciados pelo ambiente, pois efetuam migrações anuais das áreas de várzea ou igapó, onde permanecem se alimentando no período de enchente e cheia, para lagos que não secam durante as águas baixas (lagos perenes) e canais mais profundos de rios, onde ficam mais protegidos durante a seca, período no qual podem ser mais facilmente predados.

Para ariranhas e lontras, o território pode variar de acordo com as características de enchente e vazante do rio. Nesse ecossistema, a área de vida e o território desses animais tendem a se modificar muito com a subida da água, já que, com a alagação, as tocas às margens dos rios ficam totalmente debaixo da água. Desta forma, são obrigados a migrar para locais mais altos, onde constroem suas tocas diretamente na terra, fazendo a escavação do solo.

Os botos (vermelho e tucuxi) por sua vez, parecem ser influenciados pela concentração de peixes, se agregando na boca de rios e abaixo de corredeiras, locais onde frequentemente são encontrados mais peixes, base de sua alimentação. Realizam deslocamentos sazonais, relacionados

à migração dos cardumes e ao ciclo anual das águas. Durante a cheia o boto-vermelho sai do canal dos grandes rios e migra para lagos e igapós em busca de alimento. Em geral, os botos vivem em locais não poluídos com grande abundância de peixes para sua alimentação, sendo importantes indicadores da saúde das áreas alagáveis.

Os dois golfinhos amazônicos geralmente acasalam no período de vazante-seca, quando a água no ambiente é reduzida pela descida do nível dos rios, mas a disponibilidade de alimento é maior. A gestação desses animais dura de dez a doze meses, e o maior número de nascimentos também ocorre no período em que o nível do rio está mais baixo (seca-enchente). Nessa época de águas baixas, os peixes, que durante as águas altas estavam se alimentando dentro das florestas alagadas, são “forçados” a ocupar a calha principal do rio, o que facilita sua captura pelas fêmeas. Essa estratégia é essencial, pois coincide com o período que as fêmeas necessitam de mais energia, já que se encontram no final do período de gestação ou lactação.

Vamos conhecer mais um pouco sobre alguns mamíferos que habitam as áreas úmidas

Peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*)

O peixe-boi da Amazônia é o menor dos peixes-bois e essencialmente fluvial (Figura 1). Pode atingir 2,75 m de comprimento e pesar até 420 kg. É um animal herbívoro, que se alimenta principalmente de macrófitas aquáticas e semiaquáticas (ver Capítulo 5), raízes e vegetação de áreas alagáveis. Diferentemente dos botos, o peixe-boi acumula gordura durante a fase de cheia dos rios, quando consome até 8% de seu peso vivo em alimento por dia, para suportar o período escasso de alimento na estação seca. As fêmeas cuidam de forma vigilante os filhotes (cuidado parental). Seu metabolismo é bastante lento, sendo equivalente

a um terço daquele de um mamífero terrestre do mesmo porte. Assim, o peixe-boi consegue ficar embaixo da água, em média, por cinco minutos; em situações de risco ele é capaz de reduzir seus batimentos cardíacos (bradicardia) e permanecer submerso por até 20 minutos, enquanto uma pessoa suporta em média dois minutos.

Desde o século passado, o peixe-boi-da-Amazônia foi o mamífero aquático de água doce mais caçado do Brasil, embora a intensidade de caça tenha diminuído muito nas últimas décadas. O consumo de sua carne é uma tradição na Amazônia, sendo uma das principais fontes de proteína animal e gordura para o ribeirinho. Atualmente o peixe-boi da Amazônia está classificado como espécie “vulnerável” na Lista Nacional de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção e da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*).



Figura 1. Grupo de peixes-bois em cativeiro no Inpa/Manaus. As longas e flexíveis nadadeiras peitorais, a cauda redonda e as narinas fechadas podem ser observadas. Foto: Anselmo d’Affonseca.

Boto - vermelho (*Inia geoffrensis* e *Inia boliviensis*)

O boto-vermelho, boto-da-amazônia ou boto-malhado, como é chamado pelas populações ribeirinhas amazônicas ou ainda boto-cor-de-rosa, como é conhecido em grande parte do Brasil, é o maior dos golfinhos de rio e ocorre apenas nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco. Recentemente foi descoberta uma terceira espécie, *Inia araguaiaensis*, que só ocorre na Bacia Araguaia-Tocantins, considerada por alguns autores, separada da Bacia Amazônica.

Esta espécie desperta especial atenção da população amazônica, pois em torno dela há diferentes lendas. De acordo com a mais conhecida, nas noites de festa, o boto sai dos rios e se transforma em um lindo jovem, vestido de roupas brancas e com chapéu para encobrir seu rosto e narinas que ficam sobre a cabeça. Muito falante e galanteador, o boto dança, conversa e seduz as jovens bonitas desacompanhadas. Antes de o dia surgir, o boto se transforma novamente, voltando para as águas do rio (Figura 2).

As fêmeas chegam a medir 2,25 m e a pesar 155 kg. Os machos são maiores, medindo até 2,55 m e pesando 200 kg. Sua coloração pode variar de cinza-escuro a rosa brilhante, dependendo da idade e do sexo do animal. Botos filhotes e jovens possuem coloração mais cinza-clara, enquanto que botos mais velhos e também os machos são mais rosados (Figura 3).



Figura 2. O boto-vermelho é cercado de lendas. A mais famosa e intrigante é a de se transformar em um jovem formoso que usando um chapéu para esconder o espiráculo, seduz as moças nas festas. Ilustração: Bruna Santiago Serra Pinto.

Estes golfinhos não possuem interações sociais fortes entre si, sendo raramente observados em grandes grupos. O agrupamento mais duradouro é formado por mãe e filhote, podendo durar até mais de três anos. Eles podem se agregar ocasionalmente para alimentação e atividades sociais, como brincadeiras e acasalamento.

O boto-vermelho distribui-se por todos os principais tributários e afluentes dos rios Amazonas e Orinoco, além de rios menores e lagos. Ocorre ainda na Colômbia, Equador, Peru e Venezuela. Cachoeiras, fortes corredeiras, áreas muito rasas e águas frias limitam a ocorrência desta espécie. O boto da Bolívia (*Inia boliviensis*) ocorre na bacia do rio Madeira-Beni-Marmoré, até próximo da cidade de



Figura 3. Boto-vermelho macho, recebendo peixe da mão de um turista. Além da cor rosada da pele, observa-se o melão proeminente, os olhos pequenos e a fileira de dentes no longo rostró. Foto: Anselmo d’Affonseca.

Borba (AM), a cerca de 30 km do rio Amazonas. Atualmente essa população encontra-se fragmentada pela barragem da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, próximo da cidade de Porto Velho (RO). Esta espécie é restrita à bacia desses rios e sua população é pequena quando comparada

a *Inia geoffrensis*, que além de muito abundante, habita os principais rios e tributários da Bacia Amazônica.

Sua alimentação é constituída por peixes, embora existam registros da ingestão de caranguejos e tartarugas. O boto-vermelho não é bem querido por pescadores, pois, no intuito de capturar o peixe preso nas malhadeiras (redes de pesca regionais), ele acaba rasgando as redes de pesca. Por isso, quando ficam presos nas redes, muitas vezes eles são mortos. Além disso, vários animais estão sendo mortos também para serem usados como isca na pesca de um bagre conhecido como piracatinga ou urubu-d’água (*Calophysus macrop-terus*). As taxas de mortalidade de boto-vermelho têm subido muito nos últimos anos, e se este fato se manter, o desaparecimento desta espécie poderá ocorrer em um futuro não muito distante.

Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*)

O boto-tucuxi ou simplesmente tucuxi (Figura 4), é o menor dos golfinhos da sua família (Delphinidae), alcançando até 1,50 m de comprimento e pesando de 45 a 50 kg. A sua cor pode variar de cinza-escuro a cinza-claro, com a região de sua barriga rosada ou esbranquiçada. Podem viver pelo menos 35 anos. O tucuxi possui hábitos sociais gregários (de agrupamento), deslocando-se em grupos com mais ou menos seis indivíduos, mas já foram registrados grupos de até 30 indivíduos. As



Figura 4. O boto-tucuxi, único membro fluvial da família Delphinidae, que, tal qual seus primos marinhos, exhibe comportamento de saltos e piruetas nos rios da região. Foto: Anselmo d’Affonseca.

maiores agregações são formadas quando estão se alimentando, deslocando, ou no período reprodutivo da espécie.

Pouco se conhece ainda sobre a biologia e a ecologia deste golfinho. Os pesquisadores sugerem que eles começam a se reproduzir quando já têm um tamanho considerável, um pouco menos de 1,50 m para os machos e 1,40 m para as fêmeas. A gestação dura aproximadamente 10 meses e o nascimento dos filhotes parece estar sincronizado com a estação seca.

Os tucuxis alimentam-se essencialmente de peixes de pequenas di-

mensões, com comprimento máximo de 37 cm, e que formam cardumes. Muitas vezes, quando os cercam, acabam “empurrando” os peixes para as redes de pesca. Assim, é conhecido pelos pescadores como “o boto bonzinho”.

Sotalia fluviatilis, no Brasil, distribui-se em praticamente todos os principais rios da Bacia Amazônica, tanto nos de águas claras, quanto brancas ou pretas. Sua distribuição é limitada por corredeiras e cachoeiras e por rios estreitos e de pouca profundidade. A espécie ocorre ainda no Peru, Colômbia e Equador.

Ariranha (*Pteronura brasiliensis*)

A ariranha, lontra-gigante ou onça d'água (Figura 5), é a maior espécie da sua família (Mustelidae), atingindo até 1,8 m de comprimento total. Possui coloração de castanha a marrom-escuro e uma mancha pardo-amarelada na região do pescoço e garganta. Essa mancha, com formatos e tamanhos variáveis, é única para cada indivíduo, assim como a impressão digital dos humanos. Essas características, e também a cauda em forma de leme, diferenciam essa espécie da lontrinha (*Lontra longicaudis*).

Ariranhas formam grupos familiares de até 16 indivíduos, cuja estrutura geralmente consiste em um casal dominante e seus descendentes mais recentes (dois ou três últimos anos), porém, podem ser solitárias

em determinadas épocas do ano. São animais semi-aquáticos e possuem grande habilidade de natação e mergulho. São essencialmente diurnos, se recolhem à noite em tocas, onde também nascem os filhotes. Em geral, as fêmeas se reproduzem uma



Figura 5. A ariranha é o maior dos mustelídeos podendo atingir 1,80 m. Alimenta-se de peixes e outros animais pequenos. Foto: Anselmo d’Affonseca.

vez ao ano, com gestação de aproximadamente dois meses, quando nascem de um a cinco filhotes. A Ariranha utiliza a visão para apreensão das presas. Nos rios da Amazônia parece preferir corpos de águas claras ou pretas com alguma transparência.

Pteronura brasiliensis (Gmelin, 1788), historicamente distribuiu-se no Brasil desde o Estado do Rio Grande do Sul até a Amazônia, mas existem dúvidas quanto a sua presença na bacia do Rio São Francisco e no litoral da região sudeste. É possível que a espécie esteja extinta nos Estados de

RS, SC, RJ e MG. Em São Paulo e no Paraná é considerada criticamente em perigo. É relatada sua ocorrência em todos os países da América do Sul, com exceção do Chile.

As ariranhas se alimentam principalmente de peixes, mas seu cardápio é complementado por crustáceos, moluscos e, eventualmente, de pequenos mamíferos, aves e répteis. Encontra-se listada como vulnerável na Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, e em perigo na lista vermelha da IUCN.

Lontra (*Lontra longicaudis*)

A lontra ou lontrinha (Figura 6), como é conhecida popularmente, é outro membro da família Mustelidae. É um animal de porte médio, menor e menos robusto que as ariranhas, chegando a medir 1,30 cm de comprimento total. Possui coloração de castanha a marrom-escura, porém não possui a mancha pardo-amarelada na região do pescoço, o que a diferencia das ariranhas.

Estes animais não formam grandes grupos e vivem em casais ou solitários, em tocas cavadas nas margens de corpos da água (tanto doce como salgada) ou em buracos em troncos. Grupos temporários de um a cinco indivíduos, compostos pelas fêmeas e seus filhotes são formados depois do período reprodutivo. Os machos são solitários e se aproximam das fêmeas na época de acasalamento.

Lontra longicaudis (Olfers, 1818) distribuiu-se por quase todo o território brasileiro. Vive em corpos de água nos biomas Amazônia, Cerrado,



Figura 6. Lontra ou lontrinha é outro membro da família Mustelidae. É um animal de porte médio, menor e menos robusta que as ariranhas e atinge 1,30 cm de comprimento total. Não possui a mancha pardo-amarelada na região do pescoço. Foto: Anselmo d’Affonseca.

Pantanal, Mata Atlântica e Campos Sulinos. Sua distribuição total é bastante ampla, desde o nordeste do México até o Uruguai, Paraguai e Argentina. Sua ocorrência apresenta diversas áreas de sobreposição com a da ariranha.

As lontras são animais semi-aquáticos, mas com forte dependência do meio aquático. Possuem hábitos diurnos em regiões em que seus ambientes se encontram bem preservados,

porém, mudam seu período de atividade para o início da noite e também durante a noite em áreas com grande interferência humana.

Sua alimentação é constituída em sua maior parte, de peixes, porém crustáceos e moluscos podem também fazer parte da dieta. Já se sabe, também, que a lontra se alimenta de forma oportunista de aves, pequenos mamíferos, insetos e até mesmo de frutas.

Onde encontrar mais informações

AMARAL, R.S.; SILVA, V.M.F. 2013.

Peixe-boi da Amazônia, um gigante ameaçado. *Animal Business-Brasil*, 3(9):54-59.

ANDRADE, M.C.M.; LUNA, F.O.; REIS, M.L. 2011. *Plano de ação nacional para a conservação dos sirênios: peixe-boi-da-Amazônia: Trichechus inunguis e peixe-boi-marinho: Trichechus manatus*. Brasília, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 13-24. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan> > . Acesso em: 17/09/2013.

ROCHA-CAMPOS, C.C.; CÂMARA, I.G.; PRETTO, D.J. 2011. Plano de ação nacional para a conservação dos Mamíferos Aquáticos – Pequenos Cetáceos. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 13-24. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-peqs-cetaceos/pan-pequenoscetaceos-web.pdf> > . Acesso em: 17/09/2013.

SILVA, V.M.F.; CARMO, N.A.S. 2013.

Boto-vermelho: criatura mitológica em perigo de extinção. *Animal Business-Brasil*, 3(10):62-65.

SILVA, V.M.F.; GOULDING, M.; BARTH, R. 2008. *Golfinhos da Amazônia*. Editora do INPA, Manaus, 43p.

SILVA, V.M.F. 2004. O peixe-boi da Amazônia *Trichechus inunguis* (Sirenia: Trichechidae). Em: Cintra, R. (Org.). *História Natural, Ecologia e Conservação de Algumas Espécies de Plantas e Animais da Amazônia*. EDUA/EDELBRA, Manaus, Amazonas, 283-289.

ICMBio/MMA. 2010. *Sumário executivo do plano de ação para conservação da ariranha*. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/panariranha/sumarioariranhaslontras.pdf> > . Acesso em: 18/09/2013.



CAPÍTULO 9

As Epífitas Vasculares em Áreas Úmidas Amazônicas

Adriano Costa Quaresma
Deborah Castro
John Ethan Householder
Josephina Veiga
Mário Augusto G. Jardim

As Epífitas

Talvez você nunca tenha escutado falar sobre estes tipos de plantas que são muito comuns em florestas tropicais e tão presentes em nosso cotidiano amazônico, mas com certeza já ouviu falar de orquídeas e bromélias. Esses dois grupos são, provavelmente, os mais conhecidos entre as epífitas. A palavra epífita é derivada do grego *epiphyton*, *epi* (em cima de) + *phyton* (planta), portanto, epífitas pela essência são plantas que crescem sobre outras plantas. Esses vegetais necessitam de uma base de sustentação e, por esta razão, crescem em cima de outras plantas, se estabelecendo geralmente em árvores. Diferente das plantas parasitas, que se alimentam dos nutrientes produzidos pelo seu hospedeiro levando-o, em alguns casos, à morte, as epífitas utilizam outras plantas

apenas como suporte e assim obtêm de forma mais eficiente a luz solar.

As epífitas podem ser avasculares (algas, musgos e líquens) ou vasculares, e nesse caso apresentam feixes vasculares que são tecidos vegetais responsáveis pela condução de água e nutrientes. As epífitas podem se apresentar em diversas formas e em diferentes lugares na planta suporte. Você pode encontrar epífitas nos troncos, nas raízes, nos galhos e/ou nas copas das árvores (Figura 1). Elas também podem estar totalmente presas ou agarradas à planta de apoio. As epífitas vasculares podem ter raízes penduradas ou ainda raízes que tocam o chão em diferentes níveis. Contudo, uma característica importante de todas as epífitas é a independência do solo em todo ou em parte do seu ciclo de vida, o que as diferencia das plantas trepadeiras



Figura 1. Exemplo de distribuição de epífitas sobre um galho caído na floresta, na foto predomina uma espécie de samambaia [*Microgramma megalophylla* (Desv.) de La Sota]. Foto: Deborah Castro.

(cipós) que sempre mantêm contato com o solo.

Você deve se perguntar, como elas conseguem viver, se alimentar e obter água em cima de outras plantas?

As epífitas são plantas fotossintetizantes, ou seja, fabricam seu próprio alimento, assim como as outras plantas, e para isso elas precisam principalmente de luz solar, gás carbônico (CO_2) e água. A luz solar e o gás carbônico estão disponíveis em todos os lugares da floresta em maior ou menor intensidade durante todo o ano. A obtenção de água é um pouco mais complicada em alguns períodos, como, por exemplo, nos períodos de baixa intensidade de chuvas.

Para driblar a dificuldade de captação de água e aumentar a tolerância nos períodos nos quais chove pouco (baixos índices de precipitação), essas plantas desenvolveram inúmeras estratégias de sobrevivência. O formato de algumas espécies evoluiu para capturar com mais eficácia a água, através de folhas alargadas e encaixadas na base, como nas bromélias (como por exemplo o abacaxi), cuja disposição das folhas facilita a captação e armazenamento de água durante as chuvas (Figura 2). Outras espécies, a exemplo de muitas orquídeas, possuem raízes com uma película protetora extremamente especializada na captação de água do ar; esta estrutura é chamada velame (Figura 3) e aumenta a capacidade de absorção de água pela planta. Outra estratégia é desenvolver longas raízes para atingir o solo posteriormente (Figura 3) e captar água e nutrientes,



Figura 2. Exemplo de bromélias com folhas alargadas e encaixadas na base o que facilita a captação de água da chuva. Foto: Deborah Castro.



Figura 3. Destaque para algumas adaptações de raízes de plantas com hábito epifítico. A) uma raiz de orquídea com velame (estrutura esbranquiçada na raiz); B) raiz de aráceas prolongada para atingir o solo. Fotos: Adriano Quaresma.

a exemplo de algumas plantas da família Araceae, como o cipó ambé (*Philodendron fragrantissimum*). Uma grande modificação destas plantas foi o desenvolvimento de células diferenciadas presentes nas folhas, os tricomas, que regulam a absorção e a perda de água, e permitem que a planta possa controlar a entrada e saída de água de suas células.

A água é um fator limitante para o crescimento e o desenvolvimento de todos os organismos vivos. Algumas espécies epifíticas são muito tolerantes à perda de água e atrofiam-se nos períodos de escassez ficando com o aspecto de mortas, porém voltam ao normal quando a água volta a estar disponível. Existem espécies que não toleram a escassez de água, mas possuem mecanismos que conseguem

retardar sua perda. Em geral as epífitas costumam retirar água diretamente da atmosfera através de gotículas de chuva, neblina e orvalho, por isso sua maior ocorrência está em regiões com alta umidade, como os trópicos. Na região americana, no limite entre a América Central e a América do Sul é possivelmente o lugar do mundo onde há mais epífitas vasculares. Na Amazônia, grande parte das espécies está concentrada próximo à cordilheira dos Andes em altitudes entre 400 e 600 m. Fora dessa faixa, tanto com o aumento como com a diminuição da altitude, ocorre uma diminuição da diversidade. Nessa região da cordilheira andina a precipitação é elevada e as temperaturas são mais baixas, possibilitando a diminuição de perda de água por transpiração.

Essas condições são ótimas para o estabelecimento de epífitas, o que talvez explique sua maior concentração no local.

Além da água, luz solar e gás carbônico, as epífitas, assim como outras plantas, necessitam obter nutrientes que normalmente são encontrados no solo. Desta forma, a maioria das epífitas depende exclusivamente da umidade e dos nutrientes oriundos do ar ou da casca das árvores. Algumas espécies formam “ninhos” de matéria orgânica em decomposição nos caules (Figura 4) ou nas raízes, assegurando sua nutrição. Outras ainda emitem raízes em direção ao solo para captar nutrientes, no entanto, nos primeiros anos de vida dependem inteiramente dos nutrientes do ar e da casca das árvores.

Por que essas plantas são importantes?

As espécies epifíticas encontram na copa das árvores um ambiente extremamente adverso, resultado da ausência de solo, escassez de água, queda de galhos ou de árvores inteiras, descamação da casca das árvores e competição por habitats. Desta forma, as interações com o meio abiótico e com outros organismos são muito importantes.

Por realizarem várias interações com outros organismos, as epífitas participam intensamente da dinâmica florestal, pois várias espécies disponibilizam água, abrigo, sítios de reprodução e alimentação, principalmente para animais, como é o caso de alguns sapos e pererecas que se reproduzem na água acumulada nas folhas das bromélias. Muitas espécies



Figura 4. “Ninho” de matéria orgânica formado no tronco de uma árvore com auxílio das raízes da própria epífita (*Asplenium* sp.). Foto: Deborah Castro.

A **polinização** consiste na transferência do grão de pólen da parte masculina para a parte feminina de uma mesma flor ou de flores diferentes. Quando a transferência do grão de pólen ocorre entre flores de plantas diferentes e da mesma espécie dizemos que a fecundação foi cruzada. Por outro lado, quando essa transferência ocorre entre flores da mesma planta, dizemos que houve autofecundação. Como as plantas são fixas, a polinização pode ser auxiliada pelo vento,

pela água ou por animais. As plantas ainda podem se reproduzir sem que haja fecundação, através de crescimento clonal ou por rizomas. O **crescimento clonal** ocorre quando uma planta brota de outra planta e se torna independente da planta de origem, porém essa planta é um clone (geneticamente idêntica). O **crescimento através de rizomas** se dá de maneira similar, porém novas plantas geneticamente idênticas são formadas pelo brotamento de um caule subterrâneo.

possuem interações com formigas. Nessa relação a formiga facilita a aquisição de nutrientes da planta através de dejetos e excretas, enquanto a epífita abriga as formigas entre suas folhas e raízes. Outras espécies possuem associação com fungos, e neste caso a planta aumenta sua absorção de água e nutrientes.

A **polinização** por animais é o mecanismo reprodutivo mais utilizado entre as epífitas. Nesse processo, os polinizadores se beneficiam conseguindo alimentos nas flores destas plantas. Contudo, outras formas de reprodução também são encontradas como autofecundação, **crescimento clonal** e **através de rizomas**. A distribuição das sementes (dispersão) pode ser através de sementes pequenas e muito leves levadas pelo vento, como ocorre nas orquídeas. As sementes pequenas e muito leves podem apresentar estruturas como pelos, que facilitam a fixação, e expansões com a forma de asas que facilitam a dispersão pelo vento,

como é o caso de algumas bromélias. Podemos observar ainda a dispersão realizada por pássaros, possivelmente a mais comum, no entanto, também é possível a dispersão por macacos, morcegos e formigas.

As epífitas disponibilizam uma fonte de nutrientes para a fauna e a vegetação acima do solo, pois acumulam matéria orgânica morta sobre seus corpos. Este acúmulo forma coberturas de mais de 30 centímetros de matéria vegetal, insetos e microorganismos que podem, inclusive, ser utilizados pelas próprias árvores hospedeiras através do estabelecimento de raízes adventícias. Também funcionam como importantes fontes de umidade e nutrientes durante as estações secas, já que umidificam o ambiente pela evaporação de água armazenada na biomassa e pela **evapotranspiração**.

Epífitas vasculares podem ser utilizadas como indicadores do estado de conservação de ecossistemas, pois dependem do substrato, da umidade

A perda de água das plantas é chamada de transpiração. Além das plantas, na floresta o solo, rios e lagos também perdem água para o ambiente. Esse processo é chamado de evaporação. Quando somamos a perda de água das plantas com a perda de água do solo, rios e lagos para a atmosfera chamamos de **evapotranspiração**.

e da sombra fornecidos pelas espécies arbóreas das comunidades que ocupam. O distúrbio nas florestas tem efeito negativo sobre a biomassa epífita e em sua diversidade local, assim como na flora epífita das árvores que sobreviveram ao distúrbio. As árvores que sobrevivem após os distúrbios são essenciais para as epífitas que necessitam de solo suspenso e, desta forma, essas árvores podem manter extensas comunidades de epífitas.

Qual a relação das epífitas vasculares com as áreas úmidas da Amazônia?

Já é bem conhecido que a inundação interfere na ocorrência e na distribuição de muitas espécies de animais e plantas, de tal forma que apenas as espécies que são adaptadas a este ambiente de mudanças constantes conseguem se estabelecer e completar seu ciclo de vida. Contudo, sabe-se muito pouco sobre como os processos relacionados à inundação afetam as epífitas vasculares.

As epífitas estão presentes em quase todas as famílias botânicas com

maior ou menor número de espécies, sendo as famílias das aráceas, bromélias e orquídeas as que possuem o maior número de espécies com comportamento epífítico. Nas áreas alagáveis as bromélias ocorrem exclusivamente como epífitas, pois a inundação exclui a ocorrência de espécies terrestres desse grupo. Também, poucas espécies de orquídeas e aráceas são encontradas sobre o solo, de maneira que o epifitismo é um hábito quase exclusivo para essas famílias nas áreas úmidas. Desta forma, o hábito epífítico é provavelmente um fator que aumenta a diversidade vegetal nas florestas alagáveis.

Outra influência da inundação sobre as epífitas vasculares refere-se a sua distribuição ao longo da árvore em que elas se encontram. Como em algumas regiões nas florestas de várzea e igapó a altura da coluna de água pode atingir até 10 m, muito provavelmente serão encontradas poucas ou nenhuma espécie de epífitas nesta porção da árvore submetida à submersão regular. Em campinas e campinaranas, onde a inundação ocorre em períodos muito curtos, podemos encontrar muito mais espécies habitando as porções mais baixas das árvores.

Como identificar os diferentes tipos de epífitas?

Acredita-se que aproximadamente 10% de todas as plantas vasculares, (cerca de 29.000 espécies) são epífi-

tas. Isso é muita planta! Encontramos plantas epífitas entre as orquídeas e as bromélias, mas também no grupo dos cactos, das samambaias e inclusive na família do café temos membros epífitos. A seguir, mostraremos como identificar os principais grupos de epífitas, orquídeas, aráceas, samambaias e bromélias.

Orquídeas (Família Orchidaceae)

Se a orquídea está com flor a sua identificação é muito fácil. Muitas flores de orquídeas são vistosas e bonitas e possuem uma pétala modificada chamada labelo. Outra forma fácil para reconhecer uma orquídea é o seu caule, que quase sempre forma uma parte grossa de onde saem as folhas. Suas raízes em geral são brancas e grossas, parecendo larvas brancas. As belas flores, por sua vez, atraem polinizadores.

Os caules grossos podem guardar reservas de energia, as folhas suculentas ajudam a guardar água e as raízes grossas ajudam a absorver água. Talvez por essas características de armazenamento a família das orquídeas obteve o maior sucesso em ocupar e se estabelecer sobre outras plantas.

A orquídea da Figura 5 (*Galeandra devoniana*) é uma espécie típica de floresta de igapó, mas pode ainda ser encontrada em matas ciliares (matas nas margens de rios e igarapés). Floresce praticamente o ano inteiro e as flores podem durar até quatro semanas. No Brasil, pode ser encontrada nos estados do Amazonas e Pará e também em países como Venezuela e Guiana.

Aráceas (Família Araceae)

É fácil confundirmos uma arácea com uma orquídea devido às semelhanças



Figura 5. Exemplo de orquídea (*Galeandra devoniana* R.H. Schomb. Ex Lindl.) mostrando o detalhe da flor com o labelo em branco e listras rosas no seu interior. Foto: Adriano Quaresma.



Figura 6. Arácea (*Philodendron acutatum* Schott). Detalhe da espádice e do hábito epifítico. Foto: Adriano Quaresma.

entre elas, visto que as duas podem ter folhas mais ou menos suculentas e raízes que parecem larvas. Talvez esses dois grupos estejam usando estratégias similares para viverem em

locais com pouca água. A forma mais segura para identificar as aráceas, assim como as orquídeas é observar as flores, pois elas são muito distintas. As flores das aráceas estão organizadas em um cilindro que parece uma espada e, por esta razão é denominado de espádice. O espádice é sempre parcialmente coberto por uma folha modificada denominada de espata (Figura 6).

Bromélias (Família Bromeliaceae)

Você conhece um abacaxi? Então imagine um abacaxi pequeno crescendo em cima de uma árvore. Assim você vai aprender a identificar bromélias epífitas rapidamente, pois a maioria das espécies possui o formato característico do abacaxi, que também é uma bromélia. Em geral, possuem folhas duras e compridas em formato de uma espada e geralmente com pequenos espinhos na borda da folha. As flores geralmente são grandes e bonitas com pequenas folhas coloridas e em formato de



Figura 7. Bromélia (*Aechmea setigera* Mart.) com flores. Foto: John Ethan Householder.

bandeira ocupando a sua base. A bromélia da Figura 7 (*Aechmea setigera*) é uma espécie constante em florestas de várzea e igapó. Distribui-se desde a América Central até o Brasil, nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Mato Grosso e São Paulo. Sua floração ocorre entre julho e setembro.

Samambaias (Pteridófitas)

As samambaias são plantas mais primitivas se comparadas às bromélias, orquídeas e aráceas. Essas plantas não possuem flores, nem frutos e nem sementes, portanto se você encontrou uma planta e tem dúvida se ela é uma samambaia, ou

uma orquídea ou uma arácea, basta procurar pelas flores. Enquanto orquídeas e aráceas apresentam flores, as samambaias apresentam “esporos” (Figura 8), que parecem pontos mais ou menos organizados em fileiras na parte de baixo da folha. Se você encontrar uma epífita e achar que é uma samambaia, vire a folha e procure os esporos.

Devido a ausência de flores, frutos e sementes, que são as estruturas reprodutoras das plantas, a reprodução das samambaias ocorre de maneira diferenciada. As samambaias possuem dois tipos de reprodução, sexuada e



Figura 8. Detalhes das partes de baixo de folhas férteis de samambaias epífitas para visualização de alguns exemplos da disposição e formato de esporos, pontos geralmente avermelhados. Fotos: Deborah Castro.

assexuada. Os esporos fazem parte da reprodução sexuada e de certa forma se assemelham às sementes encontradas em outras plantas. Quando uma samambaia está fértil, em fase reprodutiva, começa a produzir os esporos que podem ser dispersos e germinar formando uma planta diminuta que dará início à reprodução sexuada e ao final irá originar uma nova samambaia. Também podem se reproduzir assexuadamente pela formação de “mudas” geradas a partir do caule ou do ápice das folhas.

Onde encontrar mais informações?

- KERSTEN, R.A. 2010. Epífitas vasculares – Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. *Hoehnea*, 37(1):9-38.
- SILVA, M.F.F.; SILVA, J.B. 2010. *Orquídeas Nativas da Amazônia Brasileira*. Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, 540p.
- ZUQUIM, G.; COSTA, F.C.; PRADO, J.; TUOMISTO, H. 2012. *Guia de Samambaias e Licófitas da Reserva Uatumã -Amazônia Central*. Editora do INPA, Manaus, 316p.
- REFLORA. *Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> > . Acesso em: 26/05/2014.



CAPÍTULO 10

As aves nas Áreas
Úmidas Amazônicas

Marco Aurélio-Silva
Deborah Castro



O que é uma ave?

Todos somos capazes de reconhecer uma ave. Todo pássaro terá bico, boca sem dentes, braços modificados em asas e, claro, corpo recoberto por penas. Mesmo as que apresentam algumas características um pouco distintas, e que podem nos confundir por um momento, serão apontadas por todos nós como um pássaro. O que dizer do pinguim ou do kiwi?

Outras características muito importantes das aves são o fato de possuírem sangue quente, manterem a temperatura corporal estável, a reprodução pela postura de ovos e os cuidados obrigatórios que dedicam aos filhotes. Esse conjunto de características e comportamentos é muito importante, pois lhes permite ocupar os mais diversificados ambientes ao redor do mundo. Desse modo, podemos encontrar aves mesmo nos ambientes mais hostis à vida, como os polos gelados e os desertos mais escaldantes.

Muitas vezes as características físicas das aves nos permitem inferir sobre seus hábitos alimentares e ambientes em que vivem. Por exemplo, gaviões e corujas possuem bicos pontiagudos e pés muito fortes com garras longas e afiadas, adaptadas à captura e dilatação de suas presas. Por sua vez, araras e papagaios possuem bicos robustos e fortes capazes de abrir mesmo os frutos e sementes com cascas mais resistentes. Por outro lado, os delicados bicos dos beija-flores permitem o acesso às porções mais

escondidas das flores, em busca do néctar que elas produzem. Enquanto isso papa-capins e saíras conseguem manipular com muita destreza pequenas sementes e frutos a fim de descascá-los ou de despulpá-los para poderem se alimentar.

Entre as aves aquáticas, membranas extensas entre os dedos dos pés tornam a natação muito mais eficiente, ou dedos muito longos, em algumas espécies, permitem o fácil caminhar sobre plantas aquáticas flutuantes e emergentes. É comum entre as aves pescadoras bicos de bordas serrilhadas, excelentes na captura de peixes e insetos. Essas aves também possuem membranas translúcidas sobre os olhos que possibilitam ótima visualização durante os mergulhos atrás de suas presas.

No mundo existem cerca de 10 mil espécies de aves com grande diversidade de formas e hábitos. Dentro dessa grande diversidade temos muitos grupos distintos, como gaviões, beija-flores, gaiotas, sabiás, urubus, papagaios, emas, só para citar alguns poucos exemplos mais populares. Certamente o grupo mais numeroso em espécies distintas é o dos passeriformes, que inclui os passarinhos, em geral facilmente reconhecidos por todos, pois ocupam a maioria dos ambientes com muitos indivíduos e são bastante íntimos do nosso dia a dia. Em geral são os responsáveis pelos belos cantos que ouvimos mesmo em áreas urbanas. Quem nunca viu ou ouviu uma corruíra ou um sabiá pousados e/ou cantando em seu

quintal ou nas ruas e praças mesmo das grandes cidades?

O Brasil se destaca como o país mais rico do mundo, com cerca de duas mil espécies de aves registradas. Só na Amazônia brasileira estimamos em cerca de 1.300 espécies, sendo grande parte com ocorrência restrita a esse enorme bioma na região norte do país. Essa impressionante diversidade é consequência principalmente do amplo mosaico de ambientes e ecossistemas existentes na região, em boa parte devido à influência da variação dos níveis das águas dos rios entre as diferentes estações hidrológicas, formando ambientes permanentemente alagados ou que permanecem inundados em algum período do ano.

Assim, às margens dos rios surgem ambientes muito peculiares com vegetações distintas como as matas de igapó, matas de várzea, matas de galeria, além de ilhas fluviais florestadas, bancos de areia e outros sedimentos com vegetações arbustivas ou rasteiras. Outras áreas úmidas na Amazônia podem ser formadas com menor ou sem qualquer influência dos rios, como é o caso dos campos brejosos ou algumas campinas, que se desenvolvem pelo acúmulo de águas das chuvas em solos com drenagens muito lentas. Ainda não podemos desconsiderar os extensos e importantes manguezais na costa amazônica, sob influência compartilhada das águas dos rios e das águas marinhas.

Toda essa variação na estrutura da vegetação possibilita que diferentes espécies de aves ocupem distintos ambientes, formando composições particulares para cada ecossistema. Somada à grande variedade de ambientes está a influência dos grandes rios amazônicos, que graças às suas grandes larguras, funcionam como barreiras que restringem ou impossibilitam a ampla ocupação das espécies de aves pela região. Desse modo, cada região da Amazônia delimitada pelos grandes rios, como por exemplo, as áreas entre os rios Negro e Solimões ou entre os rios Madeira e Tapajós, possui um conjunto de aves exclusivo. Assim, a grande variação de ambientes e as barreiras impostas pelos rios se traduzem em uma grande riqueza de aves na região amazônica como um todo.

Muitas aves ocorrentes nessas áreas úmidas dependem desses ecossistemas para alimentação ou reprodução. Estima-se que 15% das aves amazônicas estão ligadas à miscelânea de ambientes com influência aquática na região. Para se ter uma ideia da importância desses ambientes, o mais amplo estudo em área de várzea realizado em toda calha dos rios Solimões e Amazonas registrou 413 espécies de aves, ou cerca de um terço de todas as aves da Amazônia brasileira. Em outro estudo realizado em Roraima, a estimativa de aves dependentes exclusivamente dos ambientes úmidos foi cerca de 25% de todas as aves até agora registradas para esse Estado.

Certamente as aves aquáticas restritas são as espécies mais conspícuas em qualquer ecossistema de influência direta dos rios e lagos (Figura 1). Esses pássaros são os diretamente ligados ao corpo de água, à vegetação aquática e aos bancos de sedimentos e praias para a obtenção de seus alimentos e muitas vezes, também para a nidificação. Dentre essas estão os mergulhões, cararás, garças, martins-pescadores, gaivotas, corta-águas, maçaricos, jaçanãs, entre outros (Figura 1).

Os mais estritamente piscívoros como os cararás, martins-pescadores, gaivotas e corta-águas utilizam o corpo de água principalmente para se alimentar. De modo distinto garças

e maçaricos dependem das margens na busca de seus alimentos, seja em águas muito rasas, na vegetação rasteira ou nas praias e bancos de sedimentos, atrás de pequenos vertebrados e invertebrados em geral.

Para a nidificação essas espécies utilizam esses ambientes de modo distinto (Figura 2). Os cararás, mergulhões e garças constroem seus ninhos no alto das árvores das margens dos rios e lagos. Do mesmo modo, os martins-pescadores utilizam as margens, mas constroem os ninhos em cavidades nos barrancos ou em ocos nos troncos das árvores. As gaivotas, corta-águas e maçaricos, por sua vez, nidificam em rasas cavidades nas areias das praias no período de



Figura 1. Aves aquáticas comuns nas áreas úmidas amazônicas: A) martim-pescador (*Chloroceryle amazona*); B) pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*); C) jaçanã (*Jacana jacana*); D) batuíra-de-coleira (*Charadrius collaris*). Fotos: Anselmo d’Affonseca.

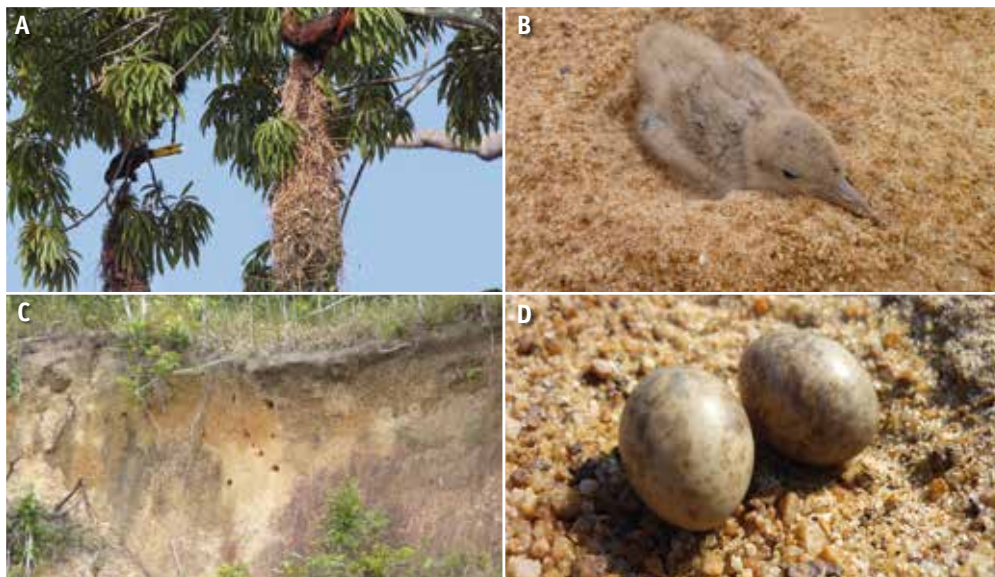


Figura 2. Alguns ninhos de aves em áreas úmidas amazônicas: A) japu-pardo (*Psarocolius angustifrons*) em cima de seu ninho no alto de uma árvore; B) ninho de gaivota (*Phaetusa simplex*) em um banco de areia no meio do rio; C) ninho de martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) em barranco na beira do rio; D) ovos de bacurau-da-praia (*Chordeiles rupestris*) em ninho na areia. Fotos: Anselmo d’Affonseca, Jochen Schongart, Daniel Praia e Marco Aurélio-Silva.

vazante dos rios, enquanto a jaçanã se alimenta e nidifica sobre plantas aquáticas flutuantes ou emergentes nos lagos e remansos dos rios.

Embora as aves aquáticas sejam as mais facilmente observadas, outras espécies exclusivamente encontradas nos ecossistemas às margens dos rios, como várzeas e igapós, não são aves aquáticas. Alguns estudos têm mostrado que apenas 13% das espécies em ambientes alagáveis são aves aquáticas restritas, enquanto os outros 87% são de aves florestais, principalmente passarinhos. Mesmo não utilizando o corpo de água ou a vegetação aquática mais restrita, essas espécies florestais são totalmente dependentes desses ambientes

sazonalmente alagados, e nunca são encontradas nas florestas de terra-firme, muito mais extensas por toda a Amazônia.

Essas aves utilizam a vegetação arbórea e arbustiva como abrigo, para a alimentação e para a confecção dos seus ninhos. Dentre essas aves há espécies de grupos muito distintos e com hábitos também bastante variados (Figura 3), desde predadores extremamente especializados, como o gavião-caranguejeiro (*Buteogallus aequinoctialis*) e o gavião-do-igapó (*Helicolestes hamatus*), passando por uma maioria de passarinhos insetívoros até a cigana (*Opisthocomus hoazin*), uma das poucas aves no

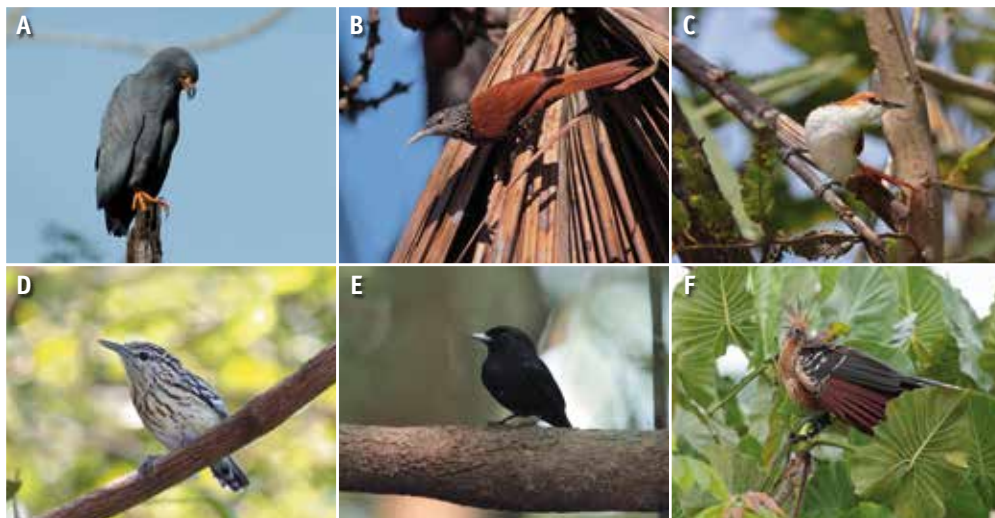


Figura 3. Algumas aves não aquáticas exclusivas de áreas úmidas amazônicas como: A) gavião-do-igapó (*Helicolestes hamatus*); B) limpa-folhas-do-buriti (*Berlepschia rikeri*); C) joão-da-canarana (*Certhiaxis mustelinus*); D) choquinha-do-tapajós (*Myrmotherula klagesi*); E) pretinho-do-igapó (*Knipolegus poecilocercus*); F) cigana (*Opisthocomus hoazin*). Fotos: Anselmo d’Affonseca.

mundo cuja alimentação se baseia principalmente em folhas.

Embora ainda precisemos nos aprofundar muito na ecologia das aves desses ambientes amazônicos, podemos inferir que a sazonalidade muito marcada das áreas úmidas tem influência direta na vida das aves. Os recursos disponíveis nesses ecossistemas variam no tempo e no espaço, dependendo do pulso de inundação dos rios da região. A variação no nível das águas certamente influencia a disponibilidade de alimentos e de locais para a reprodução dos pássaros.

No período da vazante dos rios, quando igapós e várzeas secam, é comum encontrarmos aves de outros ambientes explorando essas áreas principalmente em busca de alimen-

to. Ao contrário, as aves aquáticas passam a explorar essas florestas quando se encontram alagadas, deixando-as no período seco, migrando para as calhas dos rios onde poderão encontrar seus alimentos. Os pássaros que fazem seus ninhos em cavidades de troncos e barrancos, próximos ao chão, nas praias ou na vegetação mais baixa próxima às margens, certamente só poderão fazê-lo durante o período de vazante.

Assim, possivelmente as aves deverão readequar seus territórios, mudar os locais de procura de alimentos e conseguir locais para construção de ninhos que não sejam afetados durante as cheias. Por consequência pode ocorrer o aumento da competição por comida e espaço, pois os locais para busca de alimentos e para

nidificação se tornam mais escassos devido à elevação dos níveis das águas dos rios.

As aves são reconhecidamente importantes na **polinização** e na **dispersão** de sementes e frutos das plantas, porém temos poucas

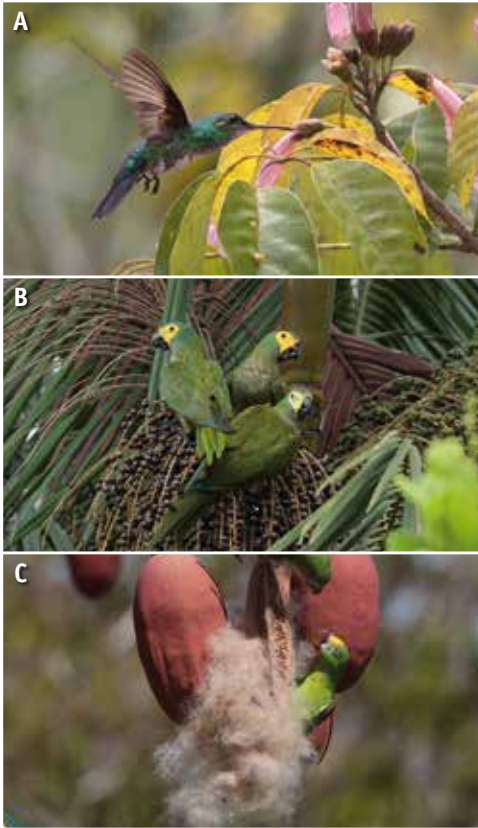


Figura 4. Exemplos de possível polinização e dispersão realizada por aves nas áreas úmidas amazônicas: A) beija-flor-de-garganta-azul (*Chlorostibon notatus*) se alimentando em flor de capitari (*Tabebuia barbata*); B) maracanã-do-buriti (*Orthopsittaca manilatus*) em cacho de açai (*Euterpe* sp.); C) periquito-testinha (*Brotogeris sanctithomae*) comendo sementes de munguba (*Pseudobombax munguba*). Fotos: Anselmo d’Affonseca.

A **polinização** e a **dispersão** fazem parte da reprodução das plantas. A transferência do grão de pólen da parte masculina da flor para a parte feminina ou de uma flor masculina para uma feminina chama-se polinização. Após a polinização a flor se transformará em fruto. A liberação destes frutos da planta para o ambiente é conhecido por dispersão. Como as plantas são fixas estes mecanismos de polinização e dispersão podem ser auxiliados pelo vento, pela água ou por animais, como as aves.

informações a esse respeito para as áreas úmidas amazônicas. Não são conhecidas relações específicas de polinização por aves nesses ambientes, mas certamente elas compartilham com os insetos e pequenos mamíferos esse papel fundamental para a vida das plantas. O mesmo se pode afirmar para a dispersão de frutos e sementes, pois apesar de haver observações do consumo de frutos por aves para algumas espécies arbóreas de várzea e/ou igapó, como é o caso da ucuúba (*Virola surinamensis*), jacareúba (*Calophyllum brasiliense*), muruci (*Byrsonima juparensis*) e apuruí (*Alibertia edulis*), nosso conhecimento sobre o tema é ainda incipiente. Por sua vez, as aves insetívoras podem desempenhar papel relevante livrando as plantas de parasitas ou de insetos consumidores de suas folhas e frutos (Figura 4). Isso beneficia as plantas fazendo com que elas não empenhem mais energia

na reposição de folhas perdidas ou frutos consumidos antes do momento certo para sua dispersão.

Certamente nem todas as relações das aves com a vegetação são positivas, porém, são também muito relevantes dentro da dinâmica nesses ecossistemas. Muitas aves como araras e papagaios, por exemplo, são grandes predadoras de frutos e sementes. Na maioria das vezes em que comem acabam por destruir frutos imaturos e/ou quebrar as sementes dificultando a dispersão. Algumas espécies de plantas características de áreas alagáveis, como o assacu (*Hura crepitans*) e o buriti (*Mauritia flexuosa*), podem ter suas sementes predadas por papagaios e araras.

Como já sabemos, muitas espécies de aves na Amazônia são exclusivamente dependentes das áreas úmidas para viver e grande parte delas tem baixíssima abundância ou distribuição geográfica muito restrita. Desta forma, qualquer alteração nesses ambientes certamente afetará diretamente a vida dos pássaros. Os ambientes úmidos da Amazônia sofrem pressões em muitas escalas. Localmente esses ecossistemas são alterados parcial ou completamente dando lugar às atividades agrícolas, pecuárias ou madeireiras. Isso é bastante relevante

em relação à várzea, onde está concentrada a maior parte da produção de alimentos na Amazônia.

Grandes obras, como a construção de usinas hidroelétricas e portos, alteram permanentemente as margens dos rios, afetando regiões maiores. No caso das hidroelétricas em particular, toda a vegetação ribeirinha, ilhas fluviais, bancos de sedimentos e praias ficarão submersas deixando de existir para sempre em áreas muito extensas. Quando pensamos em uma escala ainda maior, englobando toda a Amazônia, alterações muito marcadas no regime das chuvas certamente levarão a modificações drásticas nos pulsos de inundação dos rios e, por consequência, afetarão toda a vegetação dos ambientes úmidos.

Caso qualquer um desses cenários se torne realidade generalizada, as aves dependentes dos ambientes úmidos serão as mais afetadas por toda a Amazônia. Isso ocorrerá devido às alterações nos períodos de cheias e vazantes e perda do habitat, o que certamente alterará a disponibilidade de seus recursos alimentares e de locais de reprodução. Assim, os ciclos biológicos comuns serão quebrados ou alterados de tal maneira que a extinção das espécies se tornará uma ameaça real.

Onde encontrar mais informações?

- D’AFFONSECA, A.; MACEDO, I.T.; COHN-HAFT, M. 2012. *Aves da Região de Manaus*. 1. ed. Editora do INPA, Manaus, 180p.
- SIGRIST, T. 2008. *Guia de Campo das Aves da Amazônia Brasileira*. Editora Avisbrasilis, 471p.

NAKA, L.N.; STOUFFER, P.C.; COHN-HAFT, M.; MARANTZ, C.A.; WHITAKER A.; BIERREGAARD JR, R.O. 2008. *Vozes da Amazônia Brasileira*. Editora do INPA, Manaus, Brasil, (4 CDs), 40p.

Wikiaves a enciclopédia das aves do Brasil. Disponível em: < www.wikiaves.com.br > . Acesso em: 27/02/2015.



CAPÍTULO 11

Como funcionam as árvores das florestas inundáveis da Amazônia?

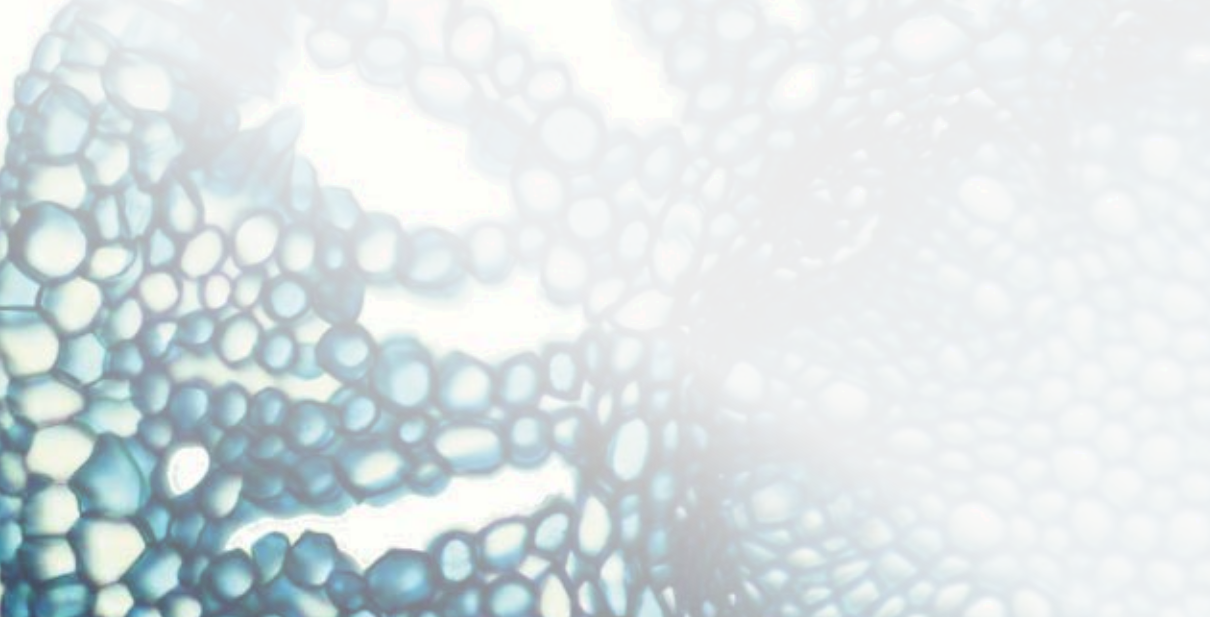
Heloide de Lima Cavalcante

Aline Lopes

Luiz Rubens Piedade

Maria Astrid Rocha Liberato

Cristiane Silva Ferreira



Como as plantas funcionam, ou o que é Ecofisiologia Vegetal?

Com exceção das plantas aquáticas flutuantes, que podem ficar embaixo ou na superfície da água e percorrer longas distâncias a partir de seu local de origem (ver Capítulo 5), as plantas são organismos fixos a um substrato, em geral o solo. Isso vale especialmente para as árvores que, à exceção da fase de semente, não possuem liberdade de **locomoção** (são sésseis). No caso das plantas flutuantes, o deslocamento não é direcionado por alguma necessidade do vegetal, pois ocorre em função do movimento da água (Figura 1).

Por estarem fixas ao substrato, as plantas não podem fugir quando as

Locomoção é a capacidade do organismo de se deslocar de um lugar a outro em seu habitat. As plantas podem crescer em direção a um estímulo (luz, água, gravidade etc.), porém tais eventos não envolvem deslocamento do indivíduo.

condições do ambiente são desfavoráveis, elas têm que se adaptar e responder a essas mudanças para poderem sobreviver. A maneira como as plantas funcionam e respondem às mudanças no ambiente é estudada pela ciência conhecida como ecofisiologia vegetal.

Durante a evolução das plantas vasculares (todas aquelas que possuem tecidos de condução chamados de xilema e floema), o desenvolvimento de um sistema de raízes capaz de



Figura 1. Macrófita aquática flutuante, *Eichhornia azurea* em um lago de água branca. Foto: Aline Lopes.

extrair água e nutrientes minerais do solo foi um passo importante para a conquista do ambiente terrestre, mas para as plantas isso custou a perda da mobilidade. Isso significa que em qualquer lugar que cresçam, esses organismos precisam enfrentar diferentes condições ambientais que, muitas vezes, são condições “estressantes”.

Há diversas condições às quais as plantas estão sujeitas, que podem limitar seu crescimento e suas chances de sobrevivência, como a falta ou o excesso de água, a salinidade, o frio e/ou o congelamento, o calor, o excesso ou falta de luz e a deficiência de oxigênio, entre outras. Nem todas as plantas conseguem reagir satisfatoriamente aos fatores de estresse, podendo até morrer se eles forem muito intensos. Contudo, as plantas que conseguem enfrentar os ambientes desfavoráveis podem se tornar resistentes (plantas tolerantes) a um determinado **estresse**.

Deste modo, para entender como as plantas funcionam e também para poder manejá-las (por exemplo, as plantas tropicais dificilmente crescem em países frios), é importante conhecer os processos ecofisiológicos desenvolvidos em resposta às condições ambientais desfavoráveis, bem como os mecanismos de resistência.

Estresse é a situação vivida pela planta quando fatores externos de curta ou longa duração exercem alguma influência desvantajosa sobre ela, mas não necessariamente a levam à morte.

Como as plantas sobrevivem ao longo período de alagamento na Amazônia

As plantas que ocorrem ao longo das florestas inundáveis da Amazônia chegam a passar semanas ou meses inundadas (ver Capítulo 3) e têm que sobreviver com uma drástica redução de oxigênio nas raízes, e grandes mudanças nos teores de nutrientes do solo. Em situações extremas, as plantas podem ficar totalmente submersas e privadas de luz, sem condições de realizar a fotossíntese. Além disso, substâncias tóxicas são produzidas devido ao aumento da decomposição por microorganismos, o que pode ser letal para muitas espécies de plantas.

Nos capítulos anteriores vimos que as florestas inundáveis da Amazônia abrangem grandes extensões e possuem alta diversidade de espécies vegetais. Se as condições de alagamento são tão estressantes, como as plantas que habitam as florestas inundáveis da Amazônia conseguem sobreviver?

Neste capítulo você irá compreender a importância de estudar a ecofisiologia das árvores das florestas inundáveis da Amazônia, e conhecer as principais estratégias desenvolvidas pelas plantas para sobreviver nestes fantásticos ambientes.

O que acontece quando o solo é alagado?

Quando as águas dos rios estão baixas, os solos das áreas alagáveis ficam expostos. É a fase terrestre nesses ambientes, quando o crescimento e a sobrevivência das árvores das florestas situadas ao longo das margens dos rios dependem da quantidade e distribuição de chuvas, bem como da capacidade do solo em reter água e disponibilizá-la para as plantas. Contudo, quando o solo está inundado, o fator principal que impõe estresse às plantas é a redução (hipóxia) ou até mesmo a ausência total (anóxia) de oxigênio. A estrutura do solo é complexa, sendo constituída de matéria orgânica e sais minerais, entre os quais há espaços interligados cheios de água e gases, principalmente o

oxigênio (O_2). As raízes conseguem respirar retirando o O_2 do solo, mas quando este é alagado a água preenche seus espaços, reduzindo ou mesmo bloqueando a difusão do O_2 através dos espaços interconectados do solo.

A duração desse processo de redução de oxigênio irá depender da duração (número de dias) do alagamento, e também do tipo de solo e suas propriedades físicas e químicas (por exemplo, um solo mais arenoso ou mais argiloso). Nas altas temperaturas tropicais o oxigênio acaba em poucas horas. Além disso, é fácil imaginar que a situação será diferente se as plantas estiverem parcialmente submersas (quando as folhas e parte do caule não estão em contato com a água) ou totalmente submersas

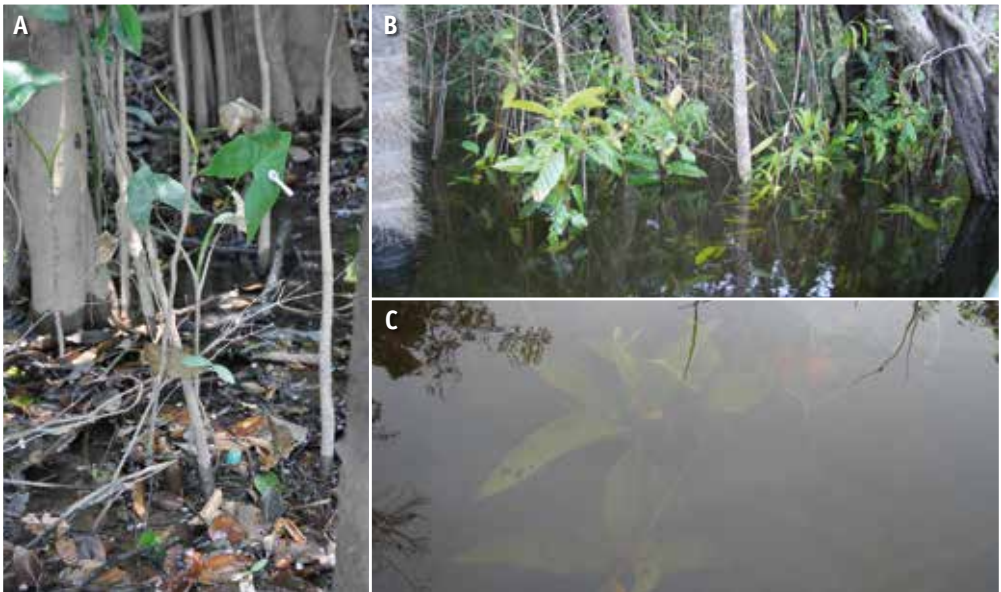


Figura 2. A) área no início da inundação; B) plantas parcialmente inundadas; C) plantas completamente inundadas. Fotos: Aline Lopes.

(quando a planta está completamente debaixo da água) (Figura 2).

Nos dois casos, os recursos disponíveis no ambiente como os gases CO_2 e O_2 , assim como os nutrientes minerais serão aproveitados de forma diferente pelas espécies em uma mesma comunidade vegetal, ou ainda entre os diferentes órgãos (raiz, caule, folhas) de uma mesma planta. Essas diferenças irão se refletir tanto nas adaptações desenvolvidas para a aquisição destes recursos, quanto naquelas para suportar as injúrias causadas por sua deficiência em alguma parte da planta. A resposta a essas condições irá variar entre as diferentes espécies.

As diferentes estratégias que as plantas utilizam para sobreviver nas florestas inundáveis da Amazônia

Em resposta à pressão imposta pelo alagamento ocorrem modificações não só nos processos fisiológicos, mas também modificações de diferentes estruturas morfológicas (da forma) e anatômicas (da estrutura interna dos tecidos). Estas estruturas são desenvolvidas para facilitar a difusão dos gases e para que as plantas possam enfrentar as condições circundantes de baixa concentração de oxigênio e até mesmo de ausência total de oxigênio. A capacidade de fazer essas estruturas com maior rapidez e melhor desenvolvimento irá depender bastante das caracterís-

ticas genéticas dos indivíduos e da população.

Os mecanismos pelos quais as plantas toleram ambientes alagados, na maioria das vezes envolvem interações entre adaptações fisiológicas, anatômicas e morfológicas. Dentre as várias estratégias apresentadas pelas árvores das florestas das áreas inundáveis, destacamos as cinco mais comuns:

1. Ajuste (sincronia) das fases do ciclo de vida da planta com a inundação: nas áreas alagáveis amazônicas as plantas precisam apresentar mecanismos fisiológicos coordenados e ajustados ao pulso de inundação (ver Capítulo 3). Assim, as plantas regulam a floração para que esta ocorra durante as águas baixas (fase terrestre), de maneira que os frutos amadurecem e caem na água durante o período de águas altas (fase aquática) (Figura 3); isto é muito importante, pois permite que a água ou peixes possam transportar as sementes, servindo então como agentes dispersores.

2. Alteração no metabolismo energético: como já foi dito anteriormente, o alagamento leva à rápida diminuição do oxigênio no solo, o que acaba reduzindo o metabolismo das plantas. Isto ocorre porque o oxigênio tem um papel muito importante no metabolismo de energia das células, pois ele permite que a energia armazenada nas moléculas de carboidratos (produtos da fotossíntese) seja liberada na forma de ATP (adenosina trifosfato) e utilizada

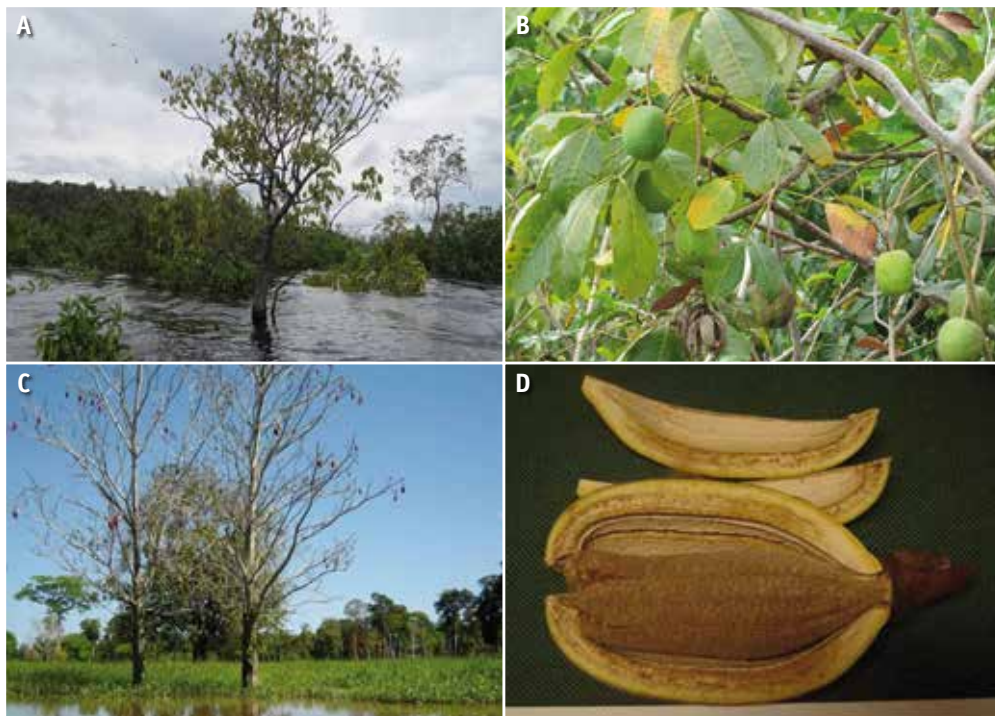


Figura 3. Sincronização das fases do ciclo de vida com a inundação: A) seringa-barriguda (*Hevea spruceana*) parcialmente alagada; B) produção de frutos durante alagamento por seringa-barriguda; C) munguba (*Pseudobombax munguba*) perdendo as folhas durante alagamento; D) fruto de munguba produzido durante alagamento. Fotos: Heloide Cavalcante e Maria Astrid Liberato.

para o crescimento e a sobrevivência da planta. Entretanto, na ausência de oxigênio, devido ao alagamento do solo, as plantas são capazes de desviar seu metabolismo para as rotas metabólicas de fermentação (respiração anaeróbica), que geram baixa quantidade de energia (Figura 4), mas que permitem manter o metabolismo celular, evitando a morte imediata. Contudo, uma das consequências da respiração anaeróbica é a formação de produtos tóxicos para as células (como o lactato ou acetaldeído e etanol). O acúmulo de qualquer uma dessas substâncias,

por sua vez, leva a injúrias e à morte de tecidos, podendo ocasionar a morte da planta. Nas espécies tolerantes ao alagamento, a desintoxicação dos tecidos pode ser efetuada pela difusão desses compostos para a solução do solo através das raízes, ou por sua eliminação pelas partes aéreas por meio da transpiração.

A estratégia de alterar a respiração aeróbica para anaeróbica exige maior disponibilidade de reservas de açúcares (carboidratos) pela célula. Isso ocorre porque durante o metabolismo anaeróbico, a única etapa do processo que gera energia é a glicólise

(Figura 4). No entanto, para que a célula mantenha as suas atividades vitais é necessária uma quantidade mínima de energia. Na tentativa de elevar a produção de ATP para a célula em condições de redução ou ausência de oxigênio, a via glicolítica (ou glicólise) tem seu funcionamento acelerado, tendo como consequência o consumo mais rápido das reservas de carboidratos, devido ao seu uso como substrato para a glicólise (Figura 4).

Durante o alagamento, a produção de reservas pela planta é baixa ou até mesmo nula, principalmente se a copa da planta estiver totalmente submersa, o que dificulta ou

impede a fotossíntese pelas folhas. Neste caso, o metabolismo é mantido por meio da quebra (hidrólise) e uso das reservas de carboidratos, principalmente amido, que foram armazenados durante a fase terrestre em órgãos como raízes e caules. Como resultado dessa quebra, durante a fase aquática a concentração de alguns açúcares (por exemplo, sacarose, glicose e frutose) aumenta nos tecidos das plantas, pois estes serão utilizados no metabolismo anaeróbico (sem oxigênio). Por outro lado, esse aumento na concentração de açúcares torna essas espécies vegetais mais propensas aos ataques de insetos, que buscam os açúcares,

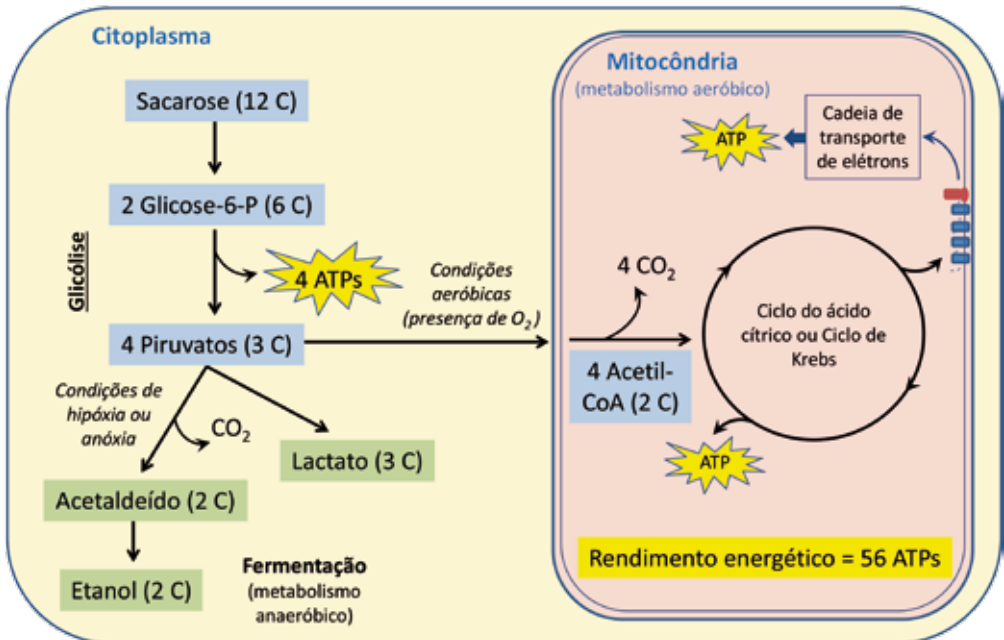


Figura 4. Esquema simplificado da respiração celular em plantas. Oxidação de uma molécula de sacarose (12 carbonos) com as reações que ocorrem no citoplasma (glicólise e fermentação) e na mitocôndria (ciclo do ácido cítrico e cadeia de transporte de elétrons), e a produção de ATP em cada compartimento celular. Entre parênteses: (C) indica a quantidade de carbono na molécula (Adaptado de: Taiz & Zeiger, 2013).

compostos muito energéticos, para sua alimentação. Desta forma, para algumas espécies de árvores utilizadas para a extração de madeira, a coleta e aproveitamento para fins comerciais devem ser realizados nos períodos sem inundação, pois nessa fase elas têm menores concentrações de açúcares e, portanto, são menos atraentes aos insetos que se alimentam da madeira. Estas informações são importantes e devem ser levadas em conta durante a elaboração de programas para o manejo de espécies das florestas alagáveis, pois podem evitar grandes prejuízos econômicos.

3. Formação de raízes adventícias: quando a inundação chega, o sistema radicular é imediatamente afetado. A redução de oxigênio e o preenchimento dos espaços do solo por água comprometem o funcionamento das raízes, o que pode levar à morte de grande parte do sistema radicular. As primeiras a serem afetadas são as raízes menores, associadas à raiz principal da planta. Neste momento, para compensar essa situação e evitar a morte da raiz principal, a planta produz hormônios vegetais que levam à formação das raízes adventícias (Figura 5). Essas raízes se formam no caule, folhas ou outros tecidos das plantas e sua principal



Figura 5. A) raízes adventícias ao longo do caule formadas acompanhando a subida da coluna de água na última inundação; B) raízes adventícias de árvores expostas nas margens do rio Negro (Barcelos -AM); C) raízes adventícias em plantas jovens de munguba (*Pseudobombax munguba*), que foram alagadas. Fotos: Cristiane Ferreira e Aline Lopes.

finalidade é facilitar as trocas gasosas entre as partes acima do solo/água (emersas) e aquelas abaixo do solo/água (submersas), por isso elas são formadas nas partes da planta que estão próximas à superfície da água. Quando a água da inundação cobre esse tipo de raiz, a sua função é perdida e novas raízes adventícias se formam mais acima, sempre acompanhando a subida da coluna de água (Figura 5A).

4. Formação de lenticelas: essas estruturas são pequenos pontos de ruptura no tecido vegetal, que aparecem como pequenos orifícios superficiais, em geral no caule, mas que podem aparecer também em raízes, ramos e até em alguns frutos (Figura 6). Essas estruturas facilitam a eliminação dos produtos tóxicos gerados pelo metabolismo anaeróbico, bem como as

trocas gasosas entre o meio externo e o interior da planta. São importantes para assegurar que as plantas continuarão crescendo e sobreviverão durante o período com baixa oferta de oxigênio. Embora essas estruturas possam aparecer em plantas não inundadas, ou mesmo naquelas que não ocorrem em áreas alagáveis, elas chamam a atenção nas plantas das áreas alagáveis amazônicas pelo elevado número e pela velocidade com que são formadas, tão logo a inundação chega.

5. Produção de tecido aerênquima: este é um tipo de tecido composto por células que se separam umas das outras durante seu desenvolvimento, formando grandes lacunas ou espaços onde se acumula ar. Em geral é bem desenvolvido em raízes e caules de plantas alagadas (Figura 7). Os

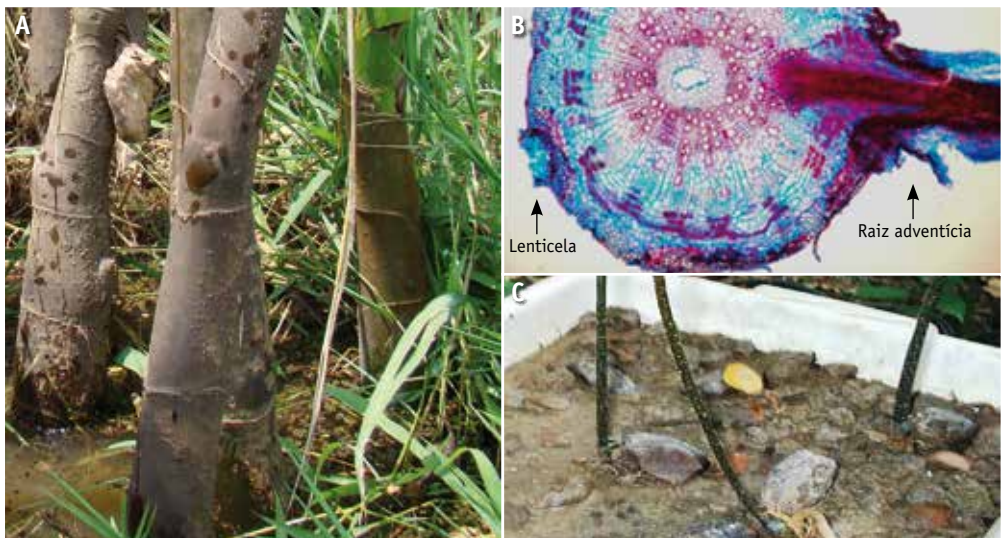


Figura 6. A) lenticelas no talo de aninga (*Montrichardia linifera*); B) corte transversal da raiz de munguba (*Pseudobombax munguba*), destacando uma lenticela e a raiz adventícia; C) lenticelas no caule de plantas jovens de seringa-barriguda (*Hevea spruceana*). Fotos: Aline Lopes, Jéssika Paula S. Vieira e Maria Astrid Liberato.

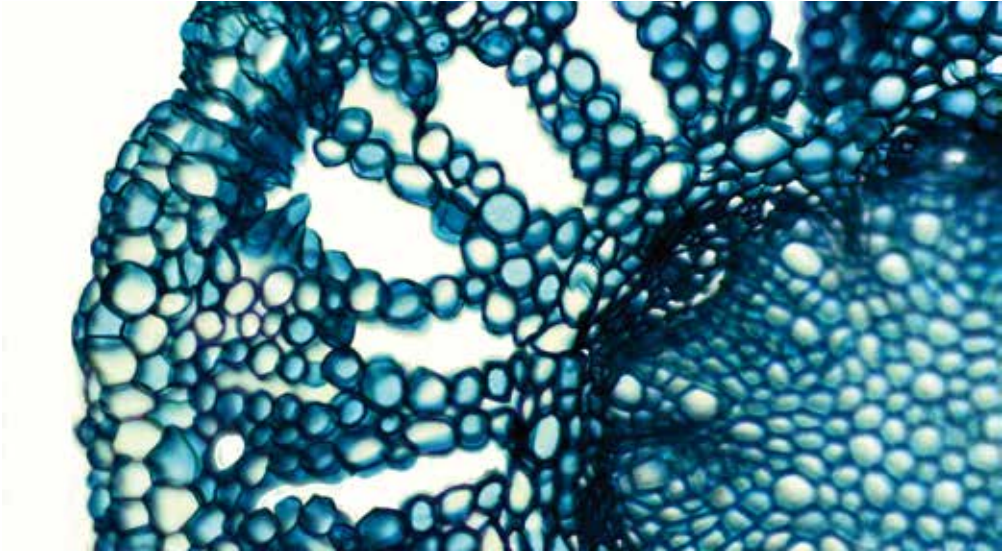


Figura 7. Detalhe da anatomia da raiz de ipê-rosa (*Tabebuia rosea*), uma espécie tolerante ao alagamento. No destaque o tecido aerênquima. Foto: Adilson Serafim de Oliveira.

espaços formados se interconectam longitudinalmente e facilitam a difusão de oxigênio da parte aérea até as raízes. Assim como as lenticelas, esse tecido também pode ser formado em plantas não inundadas, ou mesmo naquelas que não ocorrem em áreas alagáveis. Entretanto, nas plantas das áreas alagáveis amazônicas a formação desse tecido está associada à tolerância e sobrevivência das espécies a períodos prolongados de inundação.

Zonação de espécies

Nas áreas inundáveis dos grandes rios da Amazônia a elevação da coluna de água ocorre de forma gradual e, dependendo da posição das plantas no relevo inundável, elas são submetidas a distintos períodos de alagamento e condições de luminosidade, pois a penetração de luz na

água nesses ambientes pode ser inferior a 0,5 m. Essas características podem gerar diferentes intensidades dos fatores estressantes e, conseqüentemente, levar a respostas diferentes nas plantas, conforme sua tolerância específica a longos períodos de inundação. De acordo com a combinação de estratégias adaptativas necessárias para sobreviver, crescer e se reproduzir em cada nível de alagamento, pode ocorrer a substituição de espécies (zonação) ao longo do gradiente de diferentes profundidades e número de dias de inundação (Figura 8). Deste modo, nos lugares sujeitos de 200 a 230 dias anuais de inundação ou até mais, a vegetação é composta por arbustos e arvoretas de no máximo 10 m de altura, que são altamente tolerantes à inundação, mas que não conseguem se estabelecer nos lugares mais altos do relevo. Árvores com altura superior a 10 m se estabelecem

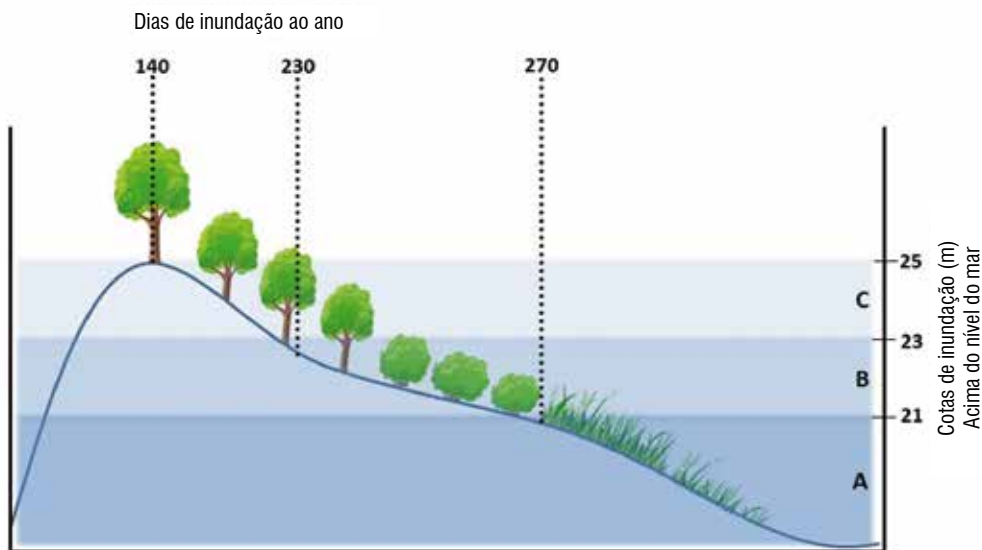


Figura 8. Zonação de espécies ao longo do gradiente de inundação de uma área de várzea baixa (ver Capítulo 4) das proximidades de Manaus: A) comunidade arbustiva; B) comunidade de média arbórea; C) comunidade alta arbórea. Arte: Heloide Cavalcante, 2013. (Adaptado de: Junk, 1983 e 1997).

em locais com menos que 200 dias anuais de inundação. Porém, algumas espécies com maior amplitude de estabelecimento podem ser encontradas em áreas inundadas entre 340 e 30 dias por ano, como observado para a palmeira jauari (*Astrocaryum jauari*) no Arquipélago de Anavilhanas, Rio Negro/AM.

A importância de estudar a Ecofisiologia das florestas inundáveis da Amazônia

A vegetação das áreas inundáveis da Amazônia é de importância fundamental devido a sua elevada biodiversidade e as múltiplas funções ecológicas que desempenha. Ela

constitui a base das cadeias alimentares desses ambientes, é habitat para grande diversidade de animais, alguns deles endêmicos, favorece a deposição de sedimentos em suspensão na água, preservando as margens dos corpos de água contra a erosão, além de ser grandemente utilizada pelas populações ribeirinhas que retiram inúmeros produtos da floresta, madeireiros e não madeireiros (ver Capítulo 13).

A capacidade que algumas espécies vegetais apresentam em colonizar ecossistemas inundáveis é determinada pela eficiência com que as plantas ajustam sua fisiologia e desenvolvimento para enfrentar a mudança periódica das condições ambientais, com fases terrestres e aquáticas ao

longo do ano. Portanto, a compreensão dos mecanismos adaptativos envolvidos nesse processo é importante para prever como as plantas responderão a possíveis mudanças nesses ambientes, sejam essas naturais ou causadas pelo homem. Além disso, este conhecimento é também essencial para utilização destas espécies na recuperação de áreas inundadas que foram degradadas pelo homem, ou na recuperação de áreas em volta de represas, ou mesmo para o manejo sustentável de populações nativas dessas espécies.

Onde encontrar mais informações?

FERREIRA, C.S.; PIEDADE, M.T.F.; FRANCO, A.C.; GONÇALVES, J.F.C.; JUNK, W.J. 2009. Adaptive strategies to tolerate prolonged flooding in seedlings of floodplain, upland populations of *Himatanthus sucuuba*, a Central Amazon tree. *Aquatic Botany*, 90:246-252.

LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. Editora Rima, São Carlos, 531p.

LIBERATO, M.A.R.; GONÇALVES, J.F.C.; CHEVREUIL, L.R.; NINA JUNIOR, A.D.; FERNANDES, A.V.; SANTOS JUNIOR, U.M. 2006. Leaf potential, gas exchange and chlorophyll a fluorescence in acariquara seedlings (*Minquartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(2):315-323.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. 2005. *Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Editora da UFV, Viçosa, 451p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Artmed, Porto Alegre, 918p.



CAPÍTULO 12

Os habitantes das áreas alagáveis amazônicas e o uso de recursos vegetais

Carolina Tavares de Freitas
Layon Oreste Demarchi
Diana Nunes de Oliveira
Astrid de Oliveira Wittmann
Florian Wittmann

O homem e o ciclo das águas

As áreas alagáveis amazônicas ao longo dos grandes rios apresentam uma intensa variação nos níveis da água ao longo do ano, com ciclos de enchente e vazante bem marcados, que geram profundas alterações na realidade local. Os povos dessa região precisam adaptar seu modo de vida a esta sazonalidade e adequar sua rotina às condições oferecidas pelo ambiente. Tais povos têm preservado um vasto e importante conhecimento sobre o ambiente e os recursos disponíveis nestas áreas, desenvolvendo diversas atividades de acordo com o ciclo anual das águas.

As espécies vegetais presentes nas áreas alagáveis podem ser separadas em dois grandes grupos, de acordo com suas potencialidades de usos: aquelas que geram produtos florestais madeireiros, englobando principalmente espécies arbóreas utilizadas para a construção civil, de móveis e outros utensílios; e as espécies utilizadas como produtos florestais não madeireiros, abarcando uma ampla variedade de produtos, utilizados para diferentes finalidades a exemplo da alimentação humana, medicina popular, tecelagem, forragem animal, artesanato, iscas para a pesca, dentre inúmeras outras. Diversas espécies utilizadas como madeiras podem apresentar usos não madeireiros, pois nesta categoria outras partes do vegetal, além do caule, podem ser incluídas, tais como raízes, folhas, flores, frutos e sementes. Assim, com essa diversidade de usos, os produtos

florestais (madeireiros ou não) são essenciais para a subsistência dos habitantes das áreas alagáveis.

Quem são os habitantes das áreas alagáveis amazônicas?

Quando os europeus chegaram à Amazônia, mais expressivamente no século XVIII, se depararam com diversos grupos indígenas vivendo nos rios e florestas da região. O estabelecimento dos europeus desencadeou uma série de consequências para os povos ali residentes, como a chegada de novas doenças, que causaram a morte de milhares de índios, a realização de massacres e a instauração de trabalho escravo. Posteriormente, foram instaladas vilas jesuítas ao longo do rio Amazonas e seus principais afluentes, nas quais os indígenas foram catequizados e tiveram sua cultura modificada em vários aspectos. Além disso, passaram a se relacionar e gerar descendentes com colonizadores europeus e, em décadas posteriores, com imigrantes nordestinos atraídos para a Amazônia pela possibilidade de trabalhar na extração de látex durante o chamado **ciclo da borracha**. Esses descendentes passaram a ser denominados de caboclos, povos miscigenados que se tornaram muito presentes no cenário sociocultural da Amazônia e são considerados os herdeiros de parte da cultura indígena. Atualmente, as áreas alagáveis amazônicas são ocupadas principalmente por grupos indígenas que resistiram ao período

O **ciclo da borracha** representa um importante momento da história econômica e social do Brasil. Corresponde ao período de intensa atividade de extração de látex e comercialização da borracha, cujo auge ocorreu entre 1879 e 1912. A região amazônica foi o centro da atividade, o que fez com que muitos brasileiros migrassem para esta região em busca de trabalho.

da colonização e pelos caboclos, sendo estes últimos os maiores representantes da população existente.

O cultivo agrícola e o saber tradicional vinculados à conservação da agrobiodiversidade

A agricultura está presente em grande parte das comunidades localizadas nas áreas alagáveis amazônicas. Embora a maioria das culturas produzidas seja para o próprio consumo, boa parte também é comercializada em feiras e mercados, representando um complemento na renda dos ribeirinhos.

Dentre os diferentes tipos de áreas alagáveis, a várzea destaca-se em produção agrícola, com ênfase no cultivo de espécies alimentícias, como mandioca (*Manihot esculenta*), jerimum (*Cucurbita* spp.), melancia (*Citrullus lanatus*), pepino (*Cucumis sativus*) e diversos tipos de hortaliças. Nesse ambiente também é comum a produção de **espécies exóticas** com a finalidade de extração de fibras, destacando-se a juta (*Cor-*

Espécies exóticas são aquelas não nativas de uma determinada área, ou seja, espécies introduzidas em uma região onde não existiam originalmente.

chorus capsulares) e a malva (*Urena lobata*), que apresentam a maior produção do país nas áreas de várzea do rio Solimões/Amazonas. Além desses tipos de produção, é bastante comum o plantio em áreas de quintal, locais próximos às moradias onde se costuma cultivar uma grande diversidade de espécies, englobando desde plantas alimentícias até medicinais e ornamentais.

Nas áreas alagáveis, o processo produtivo precisa ocorrer enquanto as áreas permanecem secas, o que levou os agricultores a selecionar e gradualmente cultivar variedades com um ciclo curto de produção. Um exemplo a ser destacado é o da mandioca (*Manihot esculenta*), espécie que apresenta diversas variedades, sendo aquelas cultivadas nas regiões de várzea plantas que sempre produzem em um curto período de tempo. É importante salientar o fato de tais variedades estarem fortemente atreladas às pessoas que as cultivam, pois sem o manejo e o saber tradicional as mesmas não existiriam.

O uso de espécies arbóreas

Produtos madeireiros

Aproximadamente 350 espécies de árvores da Bacia Amazônica são uti-

lizadas como recurso madeireiro, das quais 34% ocorrem nas áreas inundáveis. A madeira é comercialmente apreciada conforme sua densidade: quanto mais densa (mais “dura”, mais escura), maior é seu valor econômico, pois esta característica lhe confere alta durabilidade, permitindo seu uso na construção civil, naval, de móveis etc. Contudo, madeiras de baixa densidade (mais “moles”, mais brancas) também têm mercado garantido, em função da indústria de compensados.

Investigações sobre 186 espécies comuns na várzea da Amazônia Central indicou 78 espécies (42%) utilizadas com finalidade madeireira e constatou que elas costumam ser usadas com mais de um propósito (veja uma compilação dessas investigações em Wittmann & Wittmann, 2010 ou em Wittmann *et al.*, 2010). A maioria das espécies é destinada à construção de casas (63 espécies), seguida pela carpintaria (22), fabricação de móveis (21), construção de barcos, casas flutuantes e canoas (20). Esta última categoria merece destaque nas áreas alagáveis, tendo como exemplos a mutamba (*Apeiba glabra*), a tanimbuca (*Buchenavia oxycarpa*) e o **assacu** (*Hura crepitans*; Figura 1).

Saber qual a utilidade de uma espécie é importante do ponto de vista do habitante local, pois traz melhorias para sua qualidade de vida. No entanto, quando o uso passa a ocorrer em escala industrial o impacto sobre as populações vegetais exploradas se torna



Figura 1. A) a árvore do assacu (*Hura crepitans*); B) troncos de assacus sendo utilizados como base flutuante de residências e balsa; C) troncos de assacus servindo como base flutuante de canteiros agrícolas. Fotos: Jochen Schöngart.

preocupante. Em função do número reduzido de espécies destinadas ao uso madeireiro, algumas árvores de alta densidade sofreram uma super exploração ao longo do tempo. Com a diminuição na abundância dessas espécies e a conseqüente dificuldade em encontrá-las para exploração, passou-se a substituí-las por outras. Por exemplo, o cedro (*Cedrela odorata*) e a macacaúba

(*Plastymiscium ulei*) estão sendo substituídas por louro inhamuí (*Ocotea cymbarum*), pau-mulato (*Calicophyllum spruceanum*) e piranheira (*Piranhea trifoliata*). Já as espécies de baixa densidade, como a samaúma (*Ceiba pentandra*) e várias espécies de *Virola*, estão sendo substituídas pelo tacacazeiro (*Sterculia apetala*), a caxinguba (*Ficus antheilmintica*) e o abricó-de-macaco (*Courupita subsessilis*). No entanto, com o uso excessivo das “substitutas”, estas logo ficarão escassas também. No caso da confecção de compensado, a exploração está concentrada em cerca de 18 espécies, dentre elas a samaúma (*Ceiba pentandra*), o assacu (*Hura crepitans*), a ucuúba (*Virola surinamensis*), o paricá (*Schizolobium amazonicum*), o tacacazeiro (*Sterculia apetala*) e a muiratinga (*Maquira coriacea*). Todas essas espécies já são difíceis de serem encontradas nas florestas próximas às cidades que as exploram.

Desta forma, o desflorestamento associado à super exploração das espécies madeireiras tem reduzido significativamente suas populações, especialmente na Amazônia Oriental e nos arredores das cidades de Itacoatiara, Manaus e Tefé. Isto nos mostra que o uso excessivo, sem um plano de manejo adequado a cada

espécie, pode levar à extinção de muitas espécies em um futuro próximo.

Produtos não madeireiros

Das 186 espécies de florestas alagáveis da Amazônia Central analisadas quanto ao uso por Wittmann & Wittmann (2010), 98 foram apontadas para o uso não madeireiro. A grande maioria destas árvores possui múltiplos usos, sendo plantas de grande importância para as comunidades ribeirinhas. Dentre as diversas possibilidades de usos de produtos florestais não madeireiros, muitos são economicamente rentáveis e não destrutivos para as espécies exploradas.

Um dos usos de maior importância econômica corresponde à produção de fitoterápicos. Existem mais de 40 espécies com usos medicinais nas florestas inundáveis amazônicas, algumas delas apresentando mais de um tipo de utilização. Por exemplo, a oeirana (*Alchornea castaneifolia*), espécie comum das margens de rios de água branca, é conhecida por ter efeito contra fungos, vírus, inflamações e reumatismo; o molongó (*Erythrina fusca*) é utilizado contra vermes e bactérias ou, ainda, como relaxante muscular; o bacuri (*Garcinia brasiliensis*) é usado para combater inflamações, reumatismo e câncer; o cachimbo (*Gustavia augusta*), além de também servir para tratar inflamações e

reumatismo, pode ser utilizado no tratamento da leishmaniose; a cajurana (*Simaba multiflora*) é conhecida por combater o câncer e, assim como a ucuúba (*Virola surinamensis*), como medicação contra a malária. Algumas plantas possuem efeito analgésico, como a sucuba (*Himatanthus sucuuba*) e o tarumã (*Vitex cymosa*), ou podem ser utilizadas no tratamento para a diabetes, como é o caso da jacareúba (*Calophyllum brasiliense*).

Outra forma de uso economicamente importante refere-se aos frutos comestíveis de algumas palmeiras, como o buriti (*Mauritia flexuosa*), o açaí (*Euterpe oleracea* e *Euterpe*

precatória; Figura 2) e o patauá (*Oenocarpus bataua*), consumidos como vinho, picolés e sorvetes. Outros frutos muito apreciados são o cacau (*Theobroma cacao*), o genipapo (*Genipa americana*), o bacuri (*Garcinia brasiliensis*), o mari-mari (*Cassia leiandra*), o taperebá (*Spondias lutea*), a pitomba amarela (*Talisia cupularis*) e o camu-camu (*Myrciaria dubia*), todos comercializados em mercados de cidades da região amazônica. Além disso, existem espécies introduzidas, como a manga (*Mangifera indica*) e coco (*Cocos nucifera*), presentes em diversos quintais e que toleram uma inundação moderada.



Figura 2. O açaí (*Euterpe precatória*) e seu principal uso pelos povos amazônicos: A) árvores de açaí ao redor de uma residência ribeirinha; B) frutos de açaí em uma canoa; C) frutos de açaí em destaque; D) vinho de açaí armazenado em sacos para comercialização. Fotos: Carolina Freitas e Helder Espírito Santo.

Muitas espécies são utilizadas para outros fins além dos já mencionados, tais como: ornamentais, artesanato, fibras e cordas, veneno para peixes, lenha, borracha, fragrâncias e cosméticos, óleo, combustível e resina, tintas e pigmentos, recipientes e vasos, arco e flecha, remos, construção de telhado, extração de palmito, material de enchimento, repelente de insetos, construção de cercas, cortiça, carvão e calafetagem de barcos.

O uso de macrófitas aquáticas

Macrófitas aquáticas são plantas que crescem na água e em solos cobertos ou saturados de água. Tais plantas apresentam potencial de uso para diversas finalidades. Um dos principais refere-se à alimentação de animais, como peixes, gado bovino e búfalos. Na alimentação de peixes destaca-se o mureru (*Eichhornia crassipes*; Figura 3) e a orelha-de-onça (*Salvinia* spp.).

Para a alimentação de gado há registro de utilização do capim membeca (*Paspalum repens*), do quicuiu da Amazônia (*Brachiaria humidicola*) e da canarana (*Echinochloa polystachya*).



Figura 3. O mureru (*Eichhornia crassipes*). Foto: Naara Silva.



Figura 4. A canarana (*Echinochloa polystachya*). Foto: Sammya D'Ângelo.

Já na alimentação de búfalos costuma-se utilizar o capim muri (*Paspalum fasciculatum*).

Macrófitas aquáticas também apresentam potencial de uso para o tratamento de esgotos, como é o caso do mureru, para a fertilização dos solos e para a produção de papel, destacando-se a canarana em ambas as utilidades. Espécies como o mureru, e a alface d'água (*Pistia stratiotes*) podem ser usadas na construção civil para fabricação de tijolos. As macrófitas apresentam, ainda, o potencial de servirem como fonte de extração de sal, havendo-se registro do uso do mureru para tanto.

No que se refere à alimentação humana, espécies como *Neptunia oleracea* (Figura 5) e a espinafre-chinesa (*Ipomea aquatica*), bastante consumidas na Ásia como vegetais, são encontradas nas várzeas da Amazônia brasileira. Além dessas plantas, duas



Figura 5. *Neptunia oleracea*. Foto: Astrid Wittmann.

espécies de arroz selvagem (*Oryza grandiglumis* e *Oryza glumaepatula*) também apresentam potencial de uso alimentício. No entanto, apenas as sementes e o rizoma da vitória-régia (*Victoria amazonica*) costumam ser consumidos pelos ribeirinhos das áreas alagáveis amazônicas.

Existem relatos da utilização de macrófitas aquáticas na medicina popular para o tratamento de diversas doenças. A aninga (*Montrichardia arborescens*) é indicada contra inflamações; a erva-pombinha (*Phyllanthus niruri*) para o tratamento de cálculos renais; a artemisia (*Artemisia vulgaris*) e o absinto (*Artemisia absinthium*) contra a diarreia e os problemas estomacais; e o capim-de-galinha (*Cynodon dactylon*) apresenta substâncias diuréticas e antiabortivas.

Curiosidade: os matupás e seu uso por povos ribeirinhos

Matupás são ilhas flutuantes formadas em lagos localizados em regiões de várzea da Amazônia. Essas ilhas se originam a partir de um longo processo de **sucessão vegetal**, o qual se inicia com a aglomeração de plantas aquáticas na superfície da água e, após certo tempo, resulta em uma camada de material orgânico

A **sucessão vegetal** é o conjunto de alterações progressivas pelas quais passa a comunidade vegetal de um determinado ecossistema.



Figura 6. A) matupá localizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (Amazons, Brasil); B) substrato de matupá utilizado como adubo em canteiros. Fotos: Carolina Freitas.

parcialmente decomposto onde podem crescer ervas, arbustos e árvores (Figura 6). Essa camada pode chegar a 3 m de espessura e a área do matupá pode variar de poucos metros quadrados até alguns hectares, sendo muitas vezes possível caminhar em sua superfície. Em algumas regiões é comum os habitantes das margens de lagos com matupás utilizarem partes da camada orgânica dessas ilhas como adubo para o cultivo em canteiros agrícolas. Segundo os ribeirinhos, o material orgânico do matupá é mais fértil do que o esterco de boi e é considerado um excelente adubo natural para o plantio, especialmente de temperos como a cebolinha (*Allium fistulosum*), a pimenta

de cheiro (*Capsicum chinense*) e a cebola (*Allium cepa*).

Onde encontrar mais informações?

- FAO. 1995. *Non-wood forest products for rural income and sustainable forestry. Non-wood Forest Products 7.* Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rome, 135p.
- JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. Em: Junk, W.J. (Ed.). *The central Amazon floodplain: ecology of a pulsating system.* Ecological Studies 126, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 147-185.
- PARKER, E.P. 1989. A neglected human resource in Amazonia: The Amazon caboclo. Em: Posey, D.A.; Balée, W.

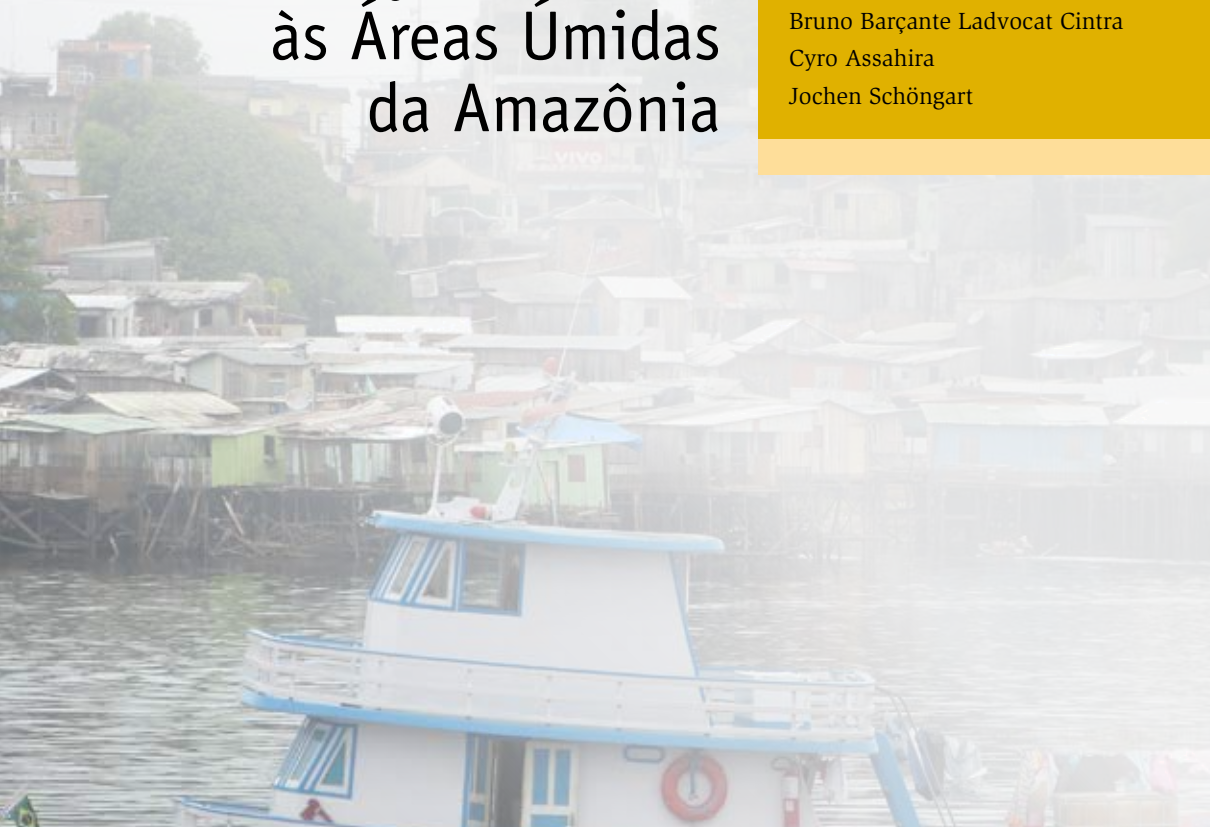
- (Eds.). *Resource Management in Amazonia: Indigenous and Folk Strategies*. Advances in Economic Botany, The New York Botanical Garden, New York, 7:249-259.
- PIEDADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; JUNK, W.J. 2005. O manejo sustentável das áreas alagáveis da Amazônia Central e as comunidades de herbáceas aquáticas. *Uakari*, 1(1):29-38.
- WITTMANN, F.; WITTMANN, A.O. 2010. Use of Amazonian Floodplain Trees. Em: Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P. (Eds.). *Amazonian Floodplains Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Ecological Studies, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 210:389-418.
- WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; BRITO, J.M.; OLIVEIRA-WITTMANN, A.; PIEDADE, M.T.F.; PAROLIN, P.; JUNK, W.J.; GUILLAUMET, J.L. 2010. *Manual de árvores de várzea da Amazônia Central. Taxonomia, Ecologia e Uso*. Editora do INPA, Manaus, 286p.



CAPÍTULO 13

Ameaças recentes às Áreas Úmidas da Amazônia

Sejana Artiaga Rosa
Eliane Silva Batista
Bruno Barçante Ladvoat Cintra
Cyro Assahira
Jochen Schöngart



Breve histórico da ocupação humana na Amazônia

Antes da chegada dos europeus à Amazônia, entre os séculos XVI e XVIII, a região era ocupada por diversos povos indígenas, principalmente nas regiões de florestas de várzea do Rio Amazonas e seus tributários. Nas margens dos rios barrentos eram concentradas as maiores densidades de indígenas da região. Esses povos utilizavam as várzeas para o cultivo de sementes e raízes, como o milho e a mandioca, como também para a caça e pesca. A entrada dos europeus na Amazônia modificou os ambientes e a estrutura das comunidades indígenas e suas atividades econômicas. A introdução de plantas e animais exóticos, como o arroz asiático (*Oryza sativa*) e o gado bovino foi transformando a região, com o estabelecimento de grandes fazendas para a produção de alimento e fontes de renda, principalmente ao longo da calha do Rio Amazonas.

Com a descoberta dos múltiplos usos da borracha (*Hevea brasiliensis*), nativa da região, ela passou a ser no final dos anos de 1800 e início de 1900 o principal produto da Amazônia comercializado, especialmente para a Europa. Devido ao valor desse produto, as grandes cidades da Amazônia cresceram, vivendo momentos de muita riqueza e luxo, como ocorreu principalmente em Manaus e Belém. O monopólio da borracha durou até 1910, quando holandeses e ingleses

iniciaram a plantação de seringais na Ásia, em países como Sri Lanka (antigo Ceilão), Malásia e Indonésia, e comercializaram o produto com preços mais competitivos, levando a borracha da Amazônia a perder espaço aos poucos, e a economia da região amazônica, à estagnação. Após essa fase áurea, um segundo e rápido ciclo da borracha aconteceu durante a II Guerra Mundial, entre 1942 e 1945. Nessa época, o conflito se alastrou ao Sudeste Asiático, região onde a borracha era extraída, mas que com o cenário de guerra, teve a produção impossibilitada. Desta forma, a floresta amazônica foi novamente uma alternativa para a sua exploração, para atender às necessidades dos Estados Unidos. Após este período os grandes investidores abandonaram novamente a Amazônia.

Durante o século XX, principalmente devido à política desenvolvimentista das décadas de 1960 e 1970, diversos programas de incentivos fiscais e de **desenvolvimento econômico** foram implantados na região Norte, com o objetivo de integrar a Amazônia à política econômica nacional. Além da criação da Zona Franca de Manaus,

A Política Nacional de Desenvolvimento Econômico tem por objetivo a redução das desigualdades regionais a partir do uso dos potenciais de desenvolvimento de cada região brasileira, explorando a diversidade e buscando a melhor distribuição das atividades produtivas no território.

em 1967, foram previstos diversos projetos para construção de estradas, aeroportos, exploração de petróleo e dos recursos madeireiros, construção de hidrelétricas, atividades de mineração e expansão de fronteiras agrícolas e da pecuária, os quais resultaram em grandes impactos sobre o meio ambiente e a sociedade.

Construção de estradas e rodovias

As **estradas**, como a **BR 319** e a BR230 (Transamazônica), e sua pavimentação permitem o acesso a áreas de floresta anteriormente não exploradas, o que facilita a entrada de pessoas que praticam a caça ilegal e a extração da madeira nestas regiões, provocando também processos de ocupação desordenada, atividades de grilagem, conflitos por posse de terras, além de desmatamento para obtenção de pastagens e implantação de culturas agrícolas. Todas estas atividades tiveram grande impacto

Estudos indicam que 80 % das áreas de floresta devastadas na Amazônia estão dentro de uma faixa máxima de 5 km nas margens das **estradas**.

sobre a floresta amazônica, resultando em fragmentação, perda de biodiversidade, aumento da vulnerabilidade da floresta ao fogo e eventos climáticos severos. A soma desses efeitos agrava muito a degradação ambiental.

A construção de estradas e o aumento da demanda por madeira levou à migração das indústrias madeireiras, antes localizadas nas fronteiras de exploração na região do Estuário e do Baixo Rio Amazonas, para o interior da floresta de terra firme e ao longo da calha do Amazonas, em busca de novas fontes de recursos. Este novo processo desordenado de ocupação trouxe efeitos negativos para o meio ambiente e para várias espécies de árvores amazônicas.

A **BR-319** foi criada na década de 1970 na região entre os Rios Madeira e Purus. A estrada passava por uma extensa área que mistura florestas sobre solo sazonalmente alagado, saturado ou seco, ligando Manaus-AM a Porto Velho-RO. A maior parte do trecho de aproximadamente 600 km encontra-se tão ruim que nem foi incluído na última pesquisa do Conselho Nacional de Trânsito em 2012, podendo levar mais de três dias para ser atravessado. Por ter se tornado praticamente intransitável apenas alguns anos depois, o processo de ocupação e desmatamento foram interrompidos. Entretanto, a recuperação de alguns trechos da BR-319 já foi iniciada e previsões indicam que grandes áreas serão desmatadas nas próximas décadas, correspondendo à aproximadamente 30% das florestas da região até 2050, em um cenário de referência com pouca proteção ambiental (Fearnside *et al.*, 2009).

A exploração da madeira em áreas alagáveis da Amazônia

As áreas de várzea na Amazônia são especialmente procuradas para a extração da madeira pela abundância de espécies de árvores de valor comercial e porque a extração e transporte da madeira através dos rios são mais baratos. Nas várzeas, as árvores são normalmente cortadas com motosserras e retiradas da floresta durante o período da enchente e cheia por meio de arraste das toras até os lagos, onde são construídas jangadas que são levadas por pequenas balsas percorrendo longas distâncias ao longo da calha dos grandes rios. Na terra firme existe a necessidade de abertura de estradas e ramais, utilizando-se máquinas para a derrubada e caminhões para o transporte da madeira. Tudo isso aumenta o custo da madeira nas florestas de terra firme e explica a preferência pela exploração em florestas de várzea. Nestas áreas alagáveis a exploração é intensa e restrita a poucas espécies, sendo que muitas já desapareceram dos mercados regionais, resultando em empobrecimento da floresta. Veja mais no Capítulo 12 sobre o uso dos recursos vegetais nas áreas alagáveis.

Desmatamento

Além da abertura de estradas, alguns dos principais fatores que contribuem para o desmatamento incluem empreendimentos relacionados com o agronegócio e a indústria madeireira.

As fazendas de criação de gado de médio e grande porte são responsáveis por cerca de 70% das atividades de desmatamento e as plantações de soja vêm como segunda maior causa, sendo especialmente representativas na fronteira agrícola com o Estado do Mato Grosso. De 2005 a 2013 a taxa de desmatamento na Amazônia diminuiu (Figura 1), devido a um maior controle da extração e venda clandestina de madeira, restrição de crédito a imóveis rurais com irregularidades fundiárias e ambientais, como a ausência de licença ambiental. Também aumentou o monitoramento por satélite das áreas desmatadas e foram criados complexos de Unidades de Conservação (UC) em diferentes ambientes amazônicos, no âmbito municipal, estadual e federal (Figura 1). Porém, dado o enorme território da Amazônia, essas taxas representam grandes extensões de floresta derrubada. Atualmente cerca 18% (equivalente a 173 milhões campos de futebol) da Amazônia brasileira já foram desmatados (INPE, 2014). O desmatamento vem provocando efeitos negativos bastante intensos na biodiversidade e na atmosfera, como mudanças na temperatura, no ciclo hidrológico e a abrupta quebra no funcionamento ecológico da floresta (Davidson *et al.*, 2012).

Ocupação desordenada

No estado do Amazonas a população teve um aumento significativo de cerca de 65% entre 1991 e 2010, comparado com cerca de 30% para todo



Figura 1. Fonte: Prodes/INPE - Projeto de monitoramento da Amazônia Legal, 2013.

o Brasil no mesmo período (Fonte: IBGE, 2013). Na cidade de Manaus a **ocupação desordenada** tem sido intensa ao longo de igarapés, trazendo sérios problemas de poluição por rejeitos domésticos, lixo e efluentes industriais, afetando a qualidade da água potável. Este processo ocasiona o déficit de saneamento básico, moradias precárias e ocorrência de subnutrição, atingindo principalmente as classes sociais mais pobres (Figura 2). Além disso, altera o comportamento de vetores de doenças e hospedeiros, acarretando epidemias (ex: malária e dengue), e causando alagamentos pela impermeabilização

Ocupação desordenada é o resultado de políticas públicas inadequadas, que privilegiam alguns setores da economia gerando crescimento populacional acelerado e altas taxas migratórias, sem que haja estrutura adequada para abrigar essas populações. Esta situação se reflete em sérios problemas sócio-ambientais.

e canalização dos rios urbanos que levam a infecções propagadas pela água.

Resíduos urbanos, industriais e agrotóxicos

Depois que se teve conhecimento de que os primeiros agrotóxicos amplamente utilizados, como DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), persistem no ambiente e nos organismos por décadas, seu uso começou a ser restrito. Hoje existe a preocupação em se utilizar **defensivos agrícolas** que sejam menos poluentes, como os defensivos biológicos. O uso excessivo de agrotóxicos ou acidentes que levem ao seu vazamento contamina a água subterrânea usada para poços, e a água dos rios próximos, tornando-a imprópria para o consumo e prejudicando a fauna e a flora locais. O uso de agrotóxicos nas proximidades de rios e lagos poderia ter sido reduzido com o Novo Código Florestal, mas a nova lei permite que os imóveis

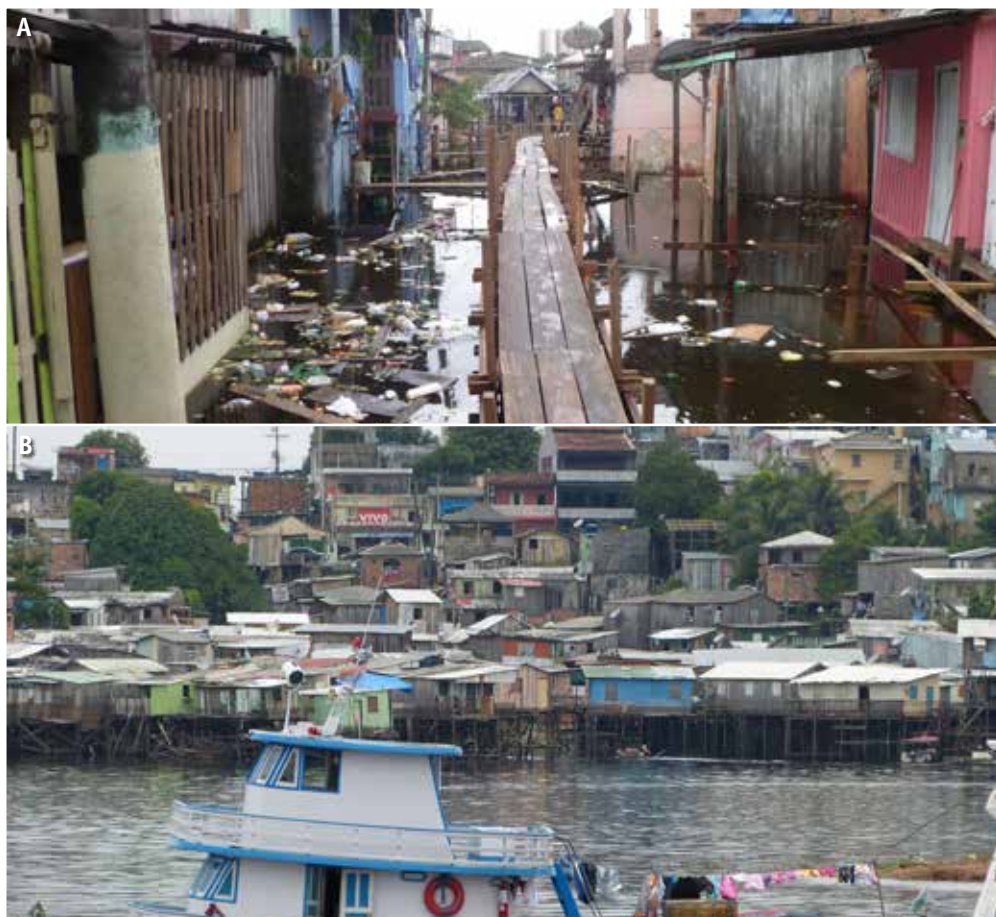


Figura 2. Imagens de igarapés na área urbana de Manaus: A) igarapé poluído em área ocupada por moradias; B) ocupação desordenada das margens de rio na cidade de Manaus. Fotos: Jochen Schöngart e Sejana Rosa.

Defensivos agrícolas são substâncias químicas, muitas vezes parecidas com venenos de insetos domésticos, utilizadas para controlar a proliferação de pragas agrícolas nas plantações, principalmente fungos, insetos e suas larvas. Os defensivos agrícolas são popularmente conhecidos como agrotóxicos, por serem substâncias tóxicas não apenas para as pragas agrícolas, mas também para as pessoas que as aplicam nas plantações e que comem os produtos plantados, que são vendidos nas feiras e mercados. Por isso é importante lavar as frutas e verduras que compramos, pois além de eliminarmos organismos que podem nos causar doenças, eliminamos também substâncias tóxicas que podem ter sido utilizadas na plantação. Este problema não existe com os chamados alimentos orgânicos, para os quais dentre muitas regras especiais para sua produção é proibido o uso de substâncias tóxicas.

consolidados até 22 de julho de 2011 continuem realizando atividades agrossilvipastoris em áreas de proteção permanente, que deveriam ser recompostas, mas continuarão sendo utilizadas, podendo, assim, ser degradadas e poluídas. Além dos agrotóxicos, resíduos industriais como tintas, solventes, óleos, e resíduos urbanos sanitários acabam sendo lançados diretamente nos rios em muitos lugares onde não há destinação adequada do lixo, nem sistema de esgoto apropriado. A poluição gerada principalmente por resíduos químicos se estende por grandes áreas ao se misturar na água.

Mineração

Desde 1980 o Brasil tem se tornado o primeiro país na América do Sul e o segundo no mundo na produção de ouro, sendo que 90% do material produzido têm origem informal de garimpos. Estima-se que existam entre 200.000 e 400.000 mineradoras no interior da Amazônia brasileira e que cerca de 150 toneladas de mercúrio por ano estejam sendo lançadas nos seus cursos de água, contaminando rios, estuários e áreas costeiras e também a atmosfera por meio do vapor de mercúrio.

A contaminação de mercúrio pode ser de três formas: por ingestão, inalação ou contato com a pele. A contaminação por ingestão ocorre na forma **metilada do mercúrio**, que pode ser facilmente absorvida pelas membranas biológicas, entrando assim na cadeia alimentar através da incorporação pelo plâncton, peixes

O processo de **metilação do mercúrio**, que aumenta sua biodisponibilidade e acumulação ao longo da cadeia alimentar, é catalisado em ambientes aquáticos sem oxigênio, com concentrações elevadas de matéria orgânica dissolvida e atividade microbiológica intensa, como ocorrem nas barragens, reservatórios e hidroelétricas.

herbívoros e, finalmente, pelos peixes carnívoros. Populações ribeirinhas e indígenas que se alimentam do pescado são os principais grupos de risco de contaminação por ingestão do metilmercúrio. O vapor de mercúrio resultante da queima de amálgama (liga metálica formada pela reação do mercúrio com outro metal) de ouro é tóxico. Se ele for inalado pelos garimpeiros e comerciantes, pode atingir a corrente sanguínea e o sistema respiratório, sendo acumulado em diversos órgãos, causando a perda da função do fígado (função hepática) e sérios danos neurológicos. Além disso, a forma metálica do mercúrio pode ser absorvida pela pele (ATDSR, 1999).

Hidrelétricas

As discussões sobre a construção de hidrelétricas na Amazônia têm gerado opiniões controversas. O Ministério das Minas e Energia tem como planejamento para o período de 2011 a 2020 a construção de 48 hidrelétricas ao longo das áreas alagáveis da Amazônia. Além disso, os governos do Peru, Bolívia e Equador planejam 151 hidrelétricas ao longo da Amazô-

A UHE de Balbina, localizada à cerca de 200 km da cidade Manaus-AM, serve de exemplo dos **impactos negativos** relacionados com hidrelétricas nas áreas alagáveis da Amazônia. Estudos têm mostrado que a emissão de gases de efeito estufa, relacionada com a morte e decomposição de vastas populações de árvores na área alagada pelo reservatório (área que pode chegar a 4438 km²), é mais de 20 vezes maior do que as emissões de uma usina termelétrica de mesma potência.

nia Andina, afetando 5 dos 6 principais tributários do Amazonas.

Os proponentes dessas obras afirmam que são fontes de geração de energia renovável e limpa, com baixa emissão de compostos de “efeito estufa”. No entanto, diversos estudos científicos têm mostrado uma realidade bastante diferente.

Com a construção da barragem da hidrelétrica é formado um grande lago, afogando fauna e flora e rompendo abruptamente os ciclos naturais que ocorrem há milênios e que são intimamente ligados ao ciclo de vida dos organismos dessas áreas. Os efeitos negativos são imensos e intensos e podem se estender por longas distâncias ao redor da área do lago da hidrelétrica e no curso do rio abaixo da barragem, com alguns resultados que só são percebidos depois de décadas após a implementação da hidrelétrica. Na área represada e na passagem da água do lago pelas turbinas da barragem, ocorre uma enorme

emissão de gases de efeito estufa. No curso do rio abaixo da barragem, o regime hidrológico é fortemente alterado, gerando **impactos ambientais negativos** a longas distâncias. Além dos impactos ambientais, essas obras provocam fortes impactos sociais junto aos moradores locais, como a migração forçada das comunidades rurais, urbanas e povos indígenas, ocorrendo a perda dos meios materiais de vida (terras, casas, igrejas, escolas, lavouras, comércio etc.) e as perdas imateriais (destruição de laços com o ambiente e meios sociais). Na Amazônia essas obras têm provocado enormes danos ambientais e problemas sociais aliados aos altos custos monetários, pouca produção de energia e grandes emissões de gases de efeito estufa.

Emissões de gases de efeito estufa e mudanças climáticas

É fato que o clima da Terra está mudando. Dados do Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 2013 mostram aumentos de temperatura e nível médio do mar no mundo todo, inclusive no Brasil, onde já foram detectados aumentos de frequência de eventos extremos de secas e de chuvas intensas. Conforme o IPCC estas alterações não se devem às **variações naturais** que ocorrem com o clima, mas sim às atividades realizadas pelo homem no planeta a partir do século XIX. Entre elas são citadas a revolução industrial e emissões de gases de efeito estufa (GEE)

O clima da Terra sempre passou por **variações naturais** causadas por deriva dos continentes, variações na quantidade de radiação solar, alterações nos parâmetros orbitais da Terra, quantidade de aerossóis naturais (de fontes minerais, incêndios florestais, sal marinho), erupções vulcânicas e fenômenos climáticos como eventos de El Niño e La Niña.

por queima de combustíveis fósseis, queimadas e desmatamento.

Estas alterações do clima provocadas pelo homem (antropogênicas) têm grandes impactos sobre a biodiversidade das áreas úmidas, pois levam a modificações hidrológicas e hidroquímicas dos rios, lagos e igarapés; aumentam a duração e frequência de alagamentos e erosão do solo; levam ao aumento da evapotranspiração e causam maior propensão ao fogo. Em áreas alagáveis da Amazônia, anos consecutivos de secas ou cheias extremas podem impactar a vegetação substituindo espécies vulneráveis por outras mais tolerantes às novas condições. Isto leva à perda de biodiversidade, o que é negativo principalmente para os povos tradicionais que dependem dos recursos da floresta.

Código Florestal Brasileiro e as áreas úmidas

A maior ameaça para as AUs brasileiras é a falta de uma legislação específica baseada no conhecimento científico, regulando sua proteção e

gestão sustentável. O Novo Código Florestal aprovado pelo Brasil (Lei 12.651 de maio de 2012) tem muitas características que o podem definir mais como um código agrário do que florestal, pois foi baseado em pouco do conhecimento científico produzido e financiado pelo próprio país. Além disso, a política econômica vigente é baseada em programas de aceleração do crescimento, como o PAC 2, os quais privilegiam mais o crescimento econômico e menos os setores sócio-ambientais. O novo Código Florestal Brasileiro define que as **Áreas de Preservação Permanente (APPs)** em margens de rios serão contadas a partir da “calha regular” dos rios, considerada como a metade do nível da enchente, deixando 80 % das florestas alagáveis da Amazônia desprotegidas. Esta definição difere do antigo código que definia esta medição a partir do nível mais alto da água no período de cheias. Esta diferença representa uma contradição do Brasil não só em relação ao Código Florestal, mas também a um contexto internacional, como por exemplo no âmbito da Convenção das Áreas Úmidas de Importância Internacional (Convenção de Ramsar). Esta convenção foi assinada por diversos países, incluindo o Brasil em 1993, reconhecendo a importância ecológica e os valores científicos, econômicos e sociais para a conservação e o uso sustentável das áreas úmidas. Neste sentido, a aprovação do novo Código Florestal Brasileiro revela um afastamento do compromisso político e ambiental interno do Brasil em

O que é uma APP?

“As APPs, ou áreas de preservação permanente, são margens de rios, cursos d’água, lagos, lagoas e reservatórios, topos de morros e encostas com declividade elevada, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, e de proteger o solo e assegurar o bem estar da população humana.” São consideradas áreas mais sensíveis e sofrem riscos de erosão do solo, enchentes e deslizamentos. A retirada da vegetação nativa nessas áreas só pode ser autorizada em casos de obras de utilidade pública, de interesse social ou para atividades eventuais de baixo impacto ambiental.

relação ao compromisso político e ambiental de um contexto internacional em que o país se inseriu.

Dentre todas as questões polêmicas do novo Código Florestal, destaca-se a recuperação de APPs já degradadas. A recomposição destas áreas irá variar dependendo do tamanho da propriedade, independente do tamanho do rio. Isto é um problema porque rios precisam de matas ciliares proporcionais ao seu tamanho para garantir suas funções ecológicas e o fornecimento de serviços ambientais para a sociedade. Porém, criar uma faixa de proteção independente do tamanho das propriedades resultaria em desapropriações/indenizações de pequenas propriedades que estão há muito tempo nas margens de um rio, por acabarem sendo englobadas nas APPs de grandes rios. A questão ambiental apresenta neste ponto uma dimensão maior, a socioambiental, em que é impossível agir sobre as questões ambientais sem levar em conta as consequências para a realidade humana local.

Além disso, esta recuperação não precisa ser necessariamente feita com espécies nativas. Pode ser também feita com pomares e consórcios de árvores nativas e exóticas, revelando mais um ponto do Código que o caracteriza como um código agrário, não um código florestal. Outra questão é que apesar de todas as definições de APPs apresentadas na proposta do novo Código Florestal para diferentes ambientes como rios, nascentes etc., nenhuma dessas regras precisa ser seguida no caso de obras de utilidade pública, para as quais a aprovação ou não das obras fica sujeita a processos de Licenciamento Ambiental. Enquadram-se neste caso a construção de estradas, portos, usinas hidroelétricas e aeroportos, como também as atividades agrossilvipastoris em imóveis legalizados até 22 de julho de 2011. Este é um ponto importante do Código Florestal, que ao mesmo tempo em que visa não travar o desenvolvimento econômico, enfraquece a legislação ambiental para alguns dos empreendimentos que mais causam

dano às AUs e aos ambientes brasileiros em geral.

Onde obter mais informação?

ATDSR. 1999. *Toxicological profile for mercury*. Division of Toxicology/Toxicology Information Branch, Atlanta, Georgia, 676p.

BRASIL. 2012. *LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012*. Brasília, DF. Disponível em: < <http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651-12> > . Acesso em: 13/11/2013.

INPE. 2014. *Portal de Acesso a Informação*. Disponível em: < <http://www.inpe.br/acessoainformacao/node/461> > . Acesso em: 13/11/2014.

IBGE. *Instituto Nacional de Geografia e Estatística*. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> > . Acesso em: 17/02/2014.

FEARNSIDE, P.M. 2008. Mudanças climáticas globais e a floresta amazônica. Em: Buckeridge, M.S. (Ed.). *Biologia e Mudanças Climáticas Globais no Brasil*. Rima Editora, São Paulo, Brasil, 131–150.

FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A.; KEIZER, E.W.H.; MALDONADO, F.D.; BARBOSA, R.I.; NOGUEIRA, E.M. 2009. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na BR 319. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 24:208–233.

JUNK, W.J.; MELLO, J.A.S.N. 1990. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira, *Estudos Avançados*, 4(8):126–143.

LACERDA, L.D.; MALM, O. 2008. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. *Estudos Avançados*, 22(63):173–190.

PIEDADE, M.T.F.; JUNK, W.J.; SCHÖNGART, J.; PIEDADE, L.R.; WITTMANN, F. 2012. Recursos hídrico e Áreas Úmidas Amazônicas no contexto de um mundo globalizado. Em: Fonseca, O.J.M.; Camargo, S.A.F. (Eds.). *Temas Contemporâneos de Direito Ambiental*, UEA Edições, Manaus, 21–30.

STOCKER, T.F.; QIN, D.; PLATTNER, G.K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P.M. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, New York, NY, USA.1535 p.



CAPÍTULO 14

Contabilizando danos ambientais

Kelvin Uchoa

Aline Lopes

Maria Teresa Fernandez Piedade

Keillah M. N. Barbosa



Crescimento populacional e os problemas ambientais

Em 2012 a população da Terra passou de 7 bilhões de pessoas, e estima-se que em 2025 ela atingirá 8 bilhões de habitantes (Piedade *et al.* 2012). Para sobreviver e se alimentar, essa crescente população mundial depende dos recursos naturais presentes no Planeta. Como os recursos naturais são limitados, os ambientes são cada vez mais pressionados, e os problemas ambientais vêm crescendo de forma alarmante.

Muitos dos problemas ambientais, como a extinção de espécies são irreversíveis, mas outros, como a despoluição de áreas contaminadas por petróleo podem ser revertidos (Figura 1). Contudo, os processos de reversão dos danos ambientais são normalmente muito caros. Diante disso, regulamentações e leis têm sido criadas para responsabilizar os poluidores por danos que suas atividades possam provocar aos ambientes, o que levou os empresários a incorporarem em seus balanços econômicos a Contabilidade Ambiental.

O que é Contabilidade?

A contabilidade é uma ciência social que visa controlar o patrimônio de empresas ou organizações, por meio de técnicas desenvolvidas para transmitir a seus gestores informações qualitativas e quantitativas sobre sua real situação patrimonial, bem como suas modificações.

Para saber a situação do patrimônio e sua dinâmica, na contabilidade é feito o Balanço Patrimonial, que é dividido em Ativo, Passivo e Patrimônio Líquido.

Mas o que é Patrimônio e como entendê-lo?

Patrimônio é o conjunto de Bens, Direitos e Obrigações ligados a uma empresa ou entidade; temos agora que saber o que significam esses termos. São considerados “Bens” tudo aquilo que pode ser avaliado economicamente e que satisfaça às necessidades humanas (Ribeiro 2011). De maneira simplificada, os bens podem ser divididos em:

- 1) Bens materiais - aqueles que possuem corpo, matéria (mesas, computadores, dinheiro, mercadorias etc.);
- 2) Bens imateriais - aqueles que não possuem corpo e nem matéria (marcas, patentes e valores culturais).

Por sua vez, os “Direitos” são todos os valores que uma empresa possui ou que tem a receber de terceiros (duplicatas a receber, clientes, aplicações financeiras etc.). Por outro lado, as “Obrigações” são todos os valores que uma empresa tem a pagar para terceiros (duplicatas a pagar, fornecedores, contas a pagar etc.).

Finalmente, o “Patrimônio Líquido” representa o registro dos valores que os sócios e acionistas possuem em uma empresa, sendo dividido em:



Figura 1. Problemas ambientais: A) derramamento de petróleo nos rios causa a morte de peixes, plantas e danos para aves que procuram alimento nas águas e suas margens; B) e C) acúmulo de resíduos sólidos (lixo) causa poluição de águas e do solo; D) poluição do ar por fumaça das chaminés de indústria podem causar danos a saúde, por exemplo, doenças respiratórias. Fotos: Aline Lopes e Kelvin Uchoa.

1) Capital, que indica os investimentos efetuados na empresa pelo proprietário, sócios ou acionistas;

2) Reservas, que indicam o saldo em dinheiro que não pode ser utilizado pelo proprietário da empresa ou pelos acionistas;

3) Prejuízos Acumulados, representados pelo saldo que sobra dos prejuízos líquidos e da apropriação dos lucros que ainda não foram distribuídos.

Com base nesses conceitos, estamos prontos para entender a contabilidade ambiental, agora que já sabemos que o Balanço Patrimonial (Figura 2) pode ser entendido como o conjunto de Bens e Direitos (Ativo - elementos

positivos), Obrigações (Passivo - elementos negativos) e o Patrimônio Líquido (parte pertencente aos sócios).

Mas, afinal, o que é a Contabilidade Ambiental?

A “Contabilidade Ambiental” surgiu na década de 1970, quando as empresas voltaram sua atenção para os problemas do meio ambiente. Ela é essencial para o registro do patrimônio ambiental de uma dada empresa ou organização, pois destaca as informações sobre os eventos ambientais que causaram modificações na situação patrimonial dos donos e gestores, para que eles possam tomar decisões.

ATIVO (ELEMENTOS POSITIVOS)	PASSIVO (ELEMENTOS NEGATIVOS)
Bens	Obrigações
Caixa	Fornecedores
Estoque de mercadorias	Contas a pagar
Móveis	Patrimônio líquido
Direitos	Capital
Duplicatas a receber	Reservas
clientes	Prejuízos acumulados

Figura 2. Representação esquemática do Balanço Patrimonial.

Em 1980 a efetiva proteção do meio ambiente brasileiro começou a ser exigida, pelo estabelecimento da obrigatoriedade no licenciamento ambiental, por meio da Lei 6.938/81, que resultou na criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão competente por questões ambientais.

A partir desse momento, os impactos ambientais promovidos por uma dada empresa devem ser reconhecidos como parte do patrimônio da mesma, pois as penalidades decorrentes de impactos promovidos, em geral estão associadas a multas com valores bem significativos, que alteram o patrimônio da empresa. Estes fatos contábeis devem ser registrados no passivo do Balanço Patrimonial, e a partir deste registro surge o termo “Passivo Ambiental”, que representa, além das despesas com a redução dos efeitos causados por danos ambientais, os benefícios econômicos que serão realizados para a preservação, recuperação e proteção do meio ambiente.

E o que seria o Ativo Ambiental ?

Pode-se explicar então que Ativo Ambiental é o conjunto dos elementos positivos (contas a receber), ou seja, os valores de redução, por exemplo, das contas com água e energia elétrica.

O termo Passivo Ambiental, por estar frequentemente ligado a multas, penalidades ou violações a leis ambientais (Galdino 2004), é motivo de grandes discussões. Ele não deve ser pensado como negativo, visto que altos investimentos para prevenção de acidentes ambientais trazem economia de gastos com esses reparos por longas datas.

Dessa forma, ele deve ser entendido como uma obrigação adquirida, em decorrência de acontecimentos que podem gerar prejuízos imediatos ou futuros, tanto para a empresa ou organização, quanto para a sociedade, visto que os danos ao meio ambiente nem sempre trazem consequências apenas em seu entorno.

Para exemplificar, pode ser citado o derramamento de petróleo em um determinado ponto: ele pode conta-

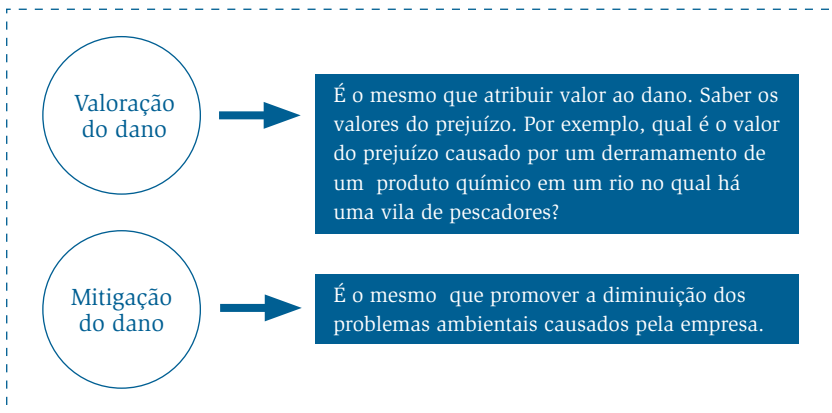
minar o solo e alcançar as águas, que por sua vez, geralmente percorrem longas distâncias e, dessa maneira, o petróleo pode ser espalhado e matar animais e vegetais em pontos muito distantes do local do acidente.

Como identificar e calcular o Passivo Ambiental?

A identificação do passivo ambiental é um processo trabalhoso, que pode ser compreendido por meio de um exemplo: nas florestas de várzea o extrativismo de madeira vem sendo intenso, devido à facilidade de corte e transporte (ver Capítulo 13). Vamos imaginar que uma empresa está com um projeto para extrair madeira da floresta na várzea amazônica. Para que ela possa dar início a suas atividades, ela necessita de um licenciamento de implantação, no qual pode ser exigido um relatório demonstrando as possíveis degradações ao meio ambiente que serão causadas pelo empreendimento. Em função desse

relatório, os órgãos ambientais competentes avaliarão a necessidade da elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), estudo que avalia as especificidades e os pontos positivos e negativos do empreendimento na região. Depois de feito o EIA, a próxima etapa é a realização do Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), onde são discutidas as conclusões do EIA, sendo ainda apresentadas as tecnologias de prevenção a possíveis impactos, medidas de reversão a danos decorrentes da implantação do empreendimento, as características da qualidade ambiental posterior ao extrativismo, entre outros aspectos relevantes.

Todo o processo de implantação de maquinários para a extração de recursos naturais exige um investimento econômico para financiar tanto a prevenção quanto a redução dos impactos ambientais causados pela atividade. Esse investimento deve ser incluído no Balanço Patrimonial e, por ser uma obrigação da empresa,



deve ser reconhecido como Passivo Ambiental.

O exemplo apresentado na Figura 3 mostra uma situação de um ato preventivo. Quando a intervenção e o dano ao ambiente já ocorreram, a contabilidade do passivo ambiental também pode ser feita, mas para se chegar a um valor correspondente ao dano causado são realizados cálculos estimativos.

Em alguns casos, nos quais os danos não podem ser estimados impossibilitando a valoração imediata, as empresas devem apresentar notas explicando a impossibilidade de mensuração (medida); enquanto isso,

custos com a redução dos impactos (mitigação) são de responsabilidade da empresa.

Em suma, a contabilidade ambiental é um relatório financeiro com preocupação em registrar, prevenir, controlar ou compensar e controlar possíveis danos e reparos ambientais causados por qualquer atividade que utilize recursos naturais em qualquer âmbito produtivo. Ela é uma ferramenta importantíssima nos dias de hoje, e deve ser sempre aplicada de forma detalhada, considerando os danos que os ambientes em geral vêm sofrendo, especialmente as áreas úmidas amazônicas.

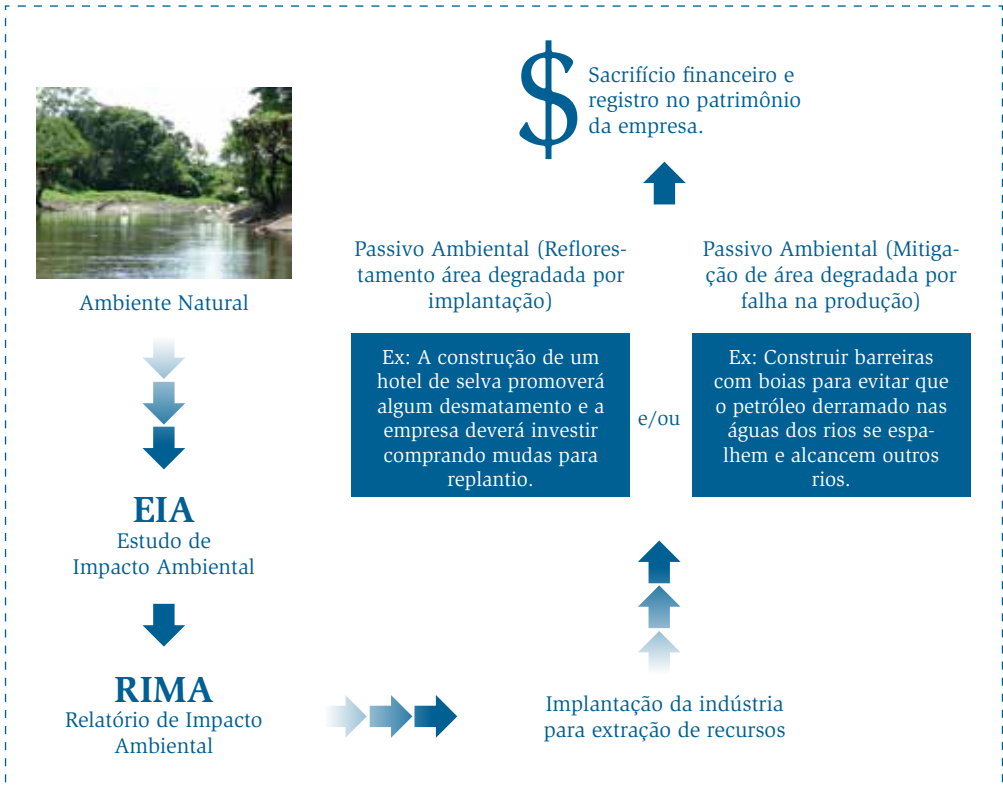


Figura 3. Representação do dano ambiental ocorrido com exemplos de ações da empresa que entrarão na contabilidade como passivos ambientais.

Onde obter mais informação?

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 1986. Resolução 001 – 23 de Janeiro de 1986. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/conama/res/res86/res0186.html> > . Acesso em: 22/11/2004.

KRAEMER, M.E.P. 2002. Contabilidade Ambiental como Sistema de informação, *Revista Brasileira de Contabilidade*, 133:69-82.

PIEDADE, M.T.F.; JUNK, W.J.; SCHÖNGART, J.; PIEDADE, L.R.; WITTMANN, F. 2012. Recursos hídricos e Áreas Úmidas Amazônicas no contexto de um mundo globalizado. Em: Fonseca, O.J.M.; Camargo, S.A.F. (Eds.). *Temas Contemporâneos*

de Direito Ambiental, UEA Edições, Manaus, 21–30.

RIBEIRO, O.M. 2010. Contabilidade Básica Fácil. 27 ed. São Paulo Saraiva, 400p.

TINOCO, J.E.P.; KRAEMER, M.E.P. 2004. Contabilidade e Gestão Ambiental. São Paulo. Atlas, 303p.

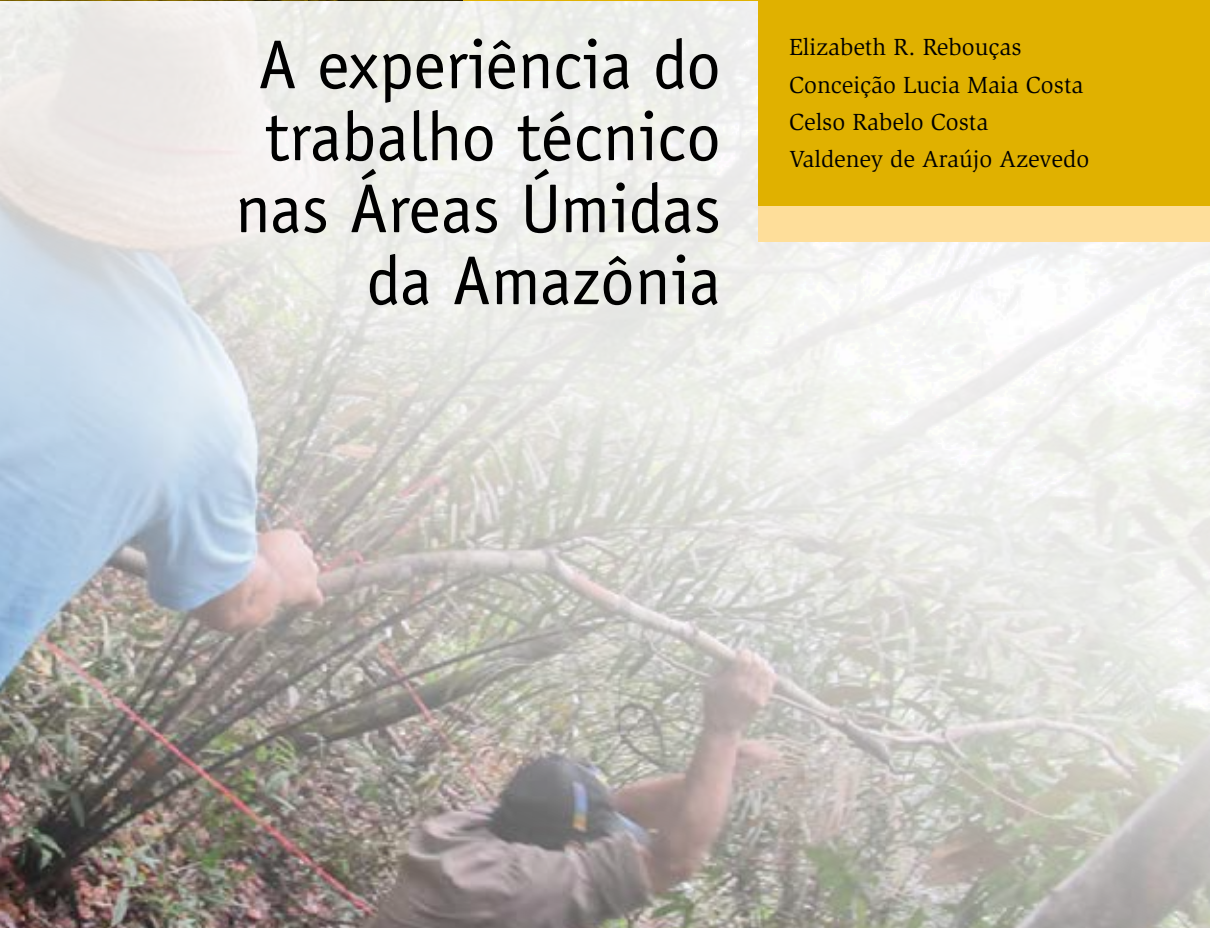
GALDINO, C.A.B.; SANTOS, E.M.; PINHEIRO, J.I.; MARQUES, S.; RAMOS, R.E.B. 2004. Passivo ambiental: revisão teórica de custos na indústria do petróleo. *Produção*, 14(1):54-63.



CAPÍTULO 15

A experiência do trabalho técnico nas Áreas Úmidas da Amazônia

Elizabeth R. Rebouças
Conceição Lucia Maia Costa
Celso Rabelo Costa
Valdeney de Araújo Azevedo



Trabalhando nas áreas úmidas

Devido à dinâmica anual das áreas úmidas amazônicas, alternando fases de águas altas e baixas (ver Capítulo 3), trabalhar nesses ambientes não é uma tarefa fácil. Entretanto, as campanhas de campo (excursões), sejam elas para a coleta de material ou para realizar medições no próprio local são fundamentais, pois elas permitem obter a base de informações com a qual é possível conhecer esses ecossistemas, e fornecer informações para orientar as políticas públicas para seu manejo sustentável.

Para a realização de excursões científicas às áreas úmidas amazônicas o trabalho técnico é vital. Esse trabalho começa muito antes da saída das excursões, ainda durante seu planejamento e organização. Nessa fase das atividades, técnicos e pesquisadores devem atuar juntos e definir onde, quando e como o trabalho será realizado.

Onde o trabalho será feito?

O planejamento das excursões irá depender muito do local onde elas serão feitas. Dependendo do trabalho que vai ser realizado a excursão pode ser de apenas 1 dia, por exemplo nas áreas alagáveis ao redor de Manaus, ou de semanas (em geral 15 dias), quando as localidades são mais distantes. É claro que a logística para realizar uma excursão nas cercanias

de Manaus (ou de qualquer outra cidade) é bem mais simples do que aquela envolvida em uma excursão de longa distância. O número de participantes em geral é pequeno (3 a 5 pessoas) para as excursões de curta duração, e grande para as excursões de longa duração, onde até 40 pessoas podem participar, entre professores, alunos, técnicos e pessoal de apoio. Consequentemente, em geral, as excursões curtas são feitas utilizando canoas com motor de popa, enquanto que as grandes excursões demandam embarcações maiores, nas quais é possível se deslocar, trabalhar, se alimentar e dormir (Figura 1).

Quando o trabalho será feito?

Como os rios e lagos da região sofrem enormes mudanças de **nível da água** ao longo do ano, a logística para realizar uma excursão na cheia e na seca é bem diferente. Por exemplo, locais facilmente acessáveis com canoa de alumínio e motor de popa na cheia, podem ter que ser alcançados a pé, e no meio da lama, durante a descida das águas e na água baixa. Não é muito agradável! Da mesma forma, grandes embarcações podem não entrar em lagos menores em certos períodos do ano, então ca-

Próximo a Manaus as diferenças de **nível da água** do rio podem chegar a 10 m entre a cheia e a seca.

noas pequenas de madeira movidas a remo, por exemplo, podem ser a solução. Assim, o período e o nível da água da época na qual a excursão será feita são fundamentais para decidir a logística para seu sucesso.

Como o trabalho será feito?

É importante lembrar que fora das cidades, pequenas ou grandes, poucas coisas podem ser compradas ou de alguma maneira obtidas durante a excursão. As distâncias em geral são grandes, sendo comuns longos percursos fluviais por áreas pouco habitadas ou até mesmo desabitadas, especialmente nas grandes excursões de longa distância. Desta forma, para que a excursão seja bem sucedida é necessário planejar e organizar as excursões de forma a levar tudo que será necessário para seu sucesso, tanto no que diz respeito ao trabalho que será feito no campo, quanto

para alimentação dos participantes, segurança da equipe, e ainda os itens pessoais de cada participante.

Outros aspectos fundamentais também são a segurança no transporte dos participantes, uma boa alimentação, além do material de campo específico, conforme a necessidade das atividades dos diferentes grupos. É fundamental levar combustível suficiente para a embarcação maior, iluminação, e para o uso nos motores de popa para o deslocamento dos grupos de pesquisas. Ficar sem combustível em uma área remota da Amazônia não é uma coisa segura. Finalmente, cada participante tem que saber que seu comportamento cooperativo e de equipe é um dos fatores fundamentais para o bom andamento de uma excursão de longo período. O bom relacionamento das pessoas durante esses períodos de isolamento no campo é fundamental.



Figura 1. Transporte em embarcação. Foto: Elizabeth Rebouças.

Respeito, tolerância e cooperativismo são as palavras-chave para o sucesso do trabalho coletivo.

Equipamentos gerais básicos, pessoais e de trabalho

Em toda excursão, seja ela longa ou curta, é fundamental que os membros da equipe organizem os equipamentos de trabalho e pessoais a serem levados.

Equipamentos pessoais: Coletes salva-vidas, chapéu, protetor solar, repelente, botas, lanterna, capa de chuva, rede, mosquiteiro, remédios (antialérgicos, para ferimentos, entre outros). Além disso é de extrema importância (e obrigatório por lei) sempre levar quites de primeiros socorros (com medicamentos dentro do prazo de validade) na embarcação e nas canoas, para qualquer emergência.

Equipamentos gerais de trabalho em campo: remo, facão, tesoura de poda, sacos de papel e de plástico, medidor de profundidade da água (profundímetro), medidor de transparência da água (disco de Secchi) e os aparelhos de leituras como: **oxímetro, phmetro, condutivímetro, GPS**. É importante verificar previamente se todos os aparelhos estão calibrados para que não haja erros na leitura dos dados em campo.

Ainda preocupados com a segurança e o bom trabalho no campo devemos sempre ter pessoas experientes junto aos grupos de trabalho, como

- **Oxímetro:** mede a quantidade de oxigênio da água;
- **pHmetro:** para medição de pH;
- **Condutivímetro:** medidor da condutividade da água;
- **GPS:** para obter a localização precisa.

barqueiros (que pilotam os motores de popa), mateiros, e sempre que estivermos próximos de comunidades, contratar pessoas dessas comunidades para servir de guias na floresta para termos mais segurança nos locais nos quais iremos trabalhar, pois essas pessoas conhecem muito a região em que moram, facilitando assim o nosso acesso a lagos, igarapés, rios, trilhas e coleta de material. Esta é também uma importante forma de inclusão dos comunitários nas atividades e uma oportunidade de explicar a importância dessas atividades para as populações amazônicas.

Como o trabalho em campo é muito intenso, especialmente quando se tratar de uma excursão longa, de 15 dias, por exemplo, devemos trabalhar de forma intensa para que o trabalho seja feito no tempo determinado. Na maioria das vezes essas excursões são para lugares bastante afastados, onde não há a possibilidade do uso de telefones celulares e internet, ou seja, os participantes ficam 15 dias sem ter notícias da família, o que serve de incentivo para trabalhar mais arduamente para poder maximizar o tempo e assim poder voltar no prazo agendado.

Nas excursões em barcos de grande porte, a embarcação serve de alojamento e local de triagem de material, preparação para exsiccatas e também digitação de dados. O dia começa muito cedo: cerca de 5:45 h da manhã um bom café ajuda a acordar; então, o material (preferencialmente separado na noite anterior) deve ser checado, e o trabalho de campo tem início, envolvendo todos os participantes, técnicos, pesquisadores e alunos nas coletas de materiais, medições, anotações e posterior digitação dos dados coletados, que algumas vezes é feita ainda no campo (no barco) de forma a permitir nova coleta de dados que possam eventualmente apresentar problemas.

Partindo da embarcação maior, a ida ao campo de coleta é feita em canoas de alumínio com motor de popa, dirigida por pessoal habilitado, para

que tenhamos maior segurança no transporte (Figura 2).

Em campo são coletados vários dados e o técnico que está anotando deve ficar bastante atento para que não hajam erros, prejudicando assim o trabalho do pesquisador, já que voltar nos locais de coleta posteriormente implica em uma despesa muito grande, e às vezes é impossível (lugares muito distantes ou períodos únicos como grandes cheias e secas).

Procedimentos para coletas específicas no campo

Podemos facilmente imaginar que as coletas nas áreas úmidas amazônicas podem incluir muitos grupos de animais, micro-organismos etc. Mas, é claro que neste capítulo não poderíamos falar de todos os tipos de coleta possíveis, mas sim daquelas



Figura 2. A) transporte em canoa de alumínio com motor de popa e B) canoa de madeira movida a remo. Fotos: Aline Lopes e Layon O. Demarchi.

que fazemos com maior frequência dentro das atividades do Grupo MAUA. Assim, destacamos a seguir algumas das coletas mais comuns e seus procedimentos e cuidados:

Medidas de água tomadas em campo: quando forem feitas medidas de variáveis da água (por exemplo, temperatura e pH) é necessário ter todo o cuidado no manuseio dos aparelhos para garantir que eles não se danifiquem e que façam sempre leituras corretas. Os aparelhos utilizados são: pHmetro, oxímetro, condutivímetro, profundímetro e disco de Secchi. Os eletrodos do pH e do oxímetro devem ser conectados meia hora antes das medições. Depois de fazer cada uma das leituras, os aparelhos (pHmetro, oxímetro e condutivímetro) devem ter seus eletrodos lavados com água destilada para evitar problemas com a nova medida a ser feita. Este procedimento deve ser repetido a cada nova medida que for tomada.

Coletas de material no campo para análises de DNA e RNA em laboratório: estas coletas exigem muita atenção e cuidados, como por exemplo o uso de luvas descartáveis, para que não haja contaminação das amostras. Esse trabalho requer bastante concentração, pois as amostras das plantas devem passar por diversos tratamentos em diferentes tempos, que variam de 30 segundos a 03 minutos, para depois serem acondicionadas em uma botija de **nitrogênio líquido**, onde ficam estocadas para posteriormente serem analisadas no laboratório.

O **nitrogênio líquido** é um fluido criogênico que pode causar o rápido congelamento ao contato com tecido vivo, ele permanece em estado líquido a -196°C , e em temperatura ambiente ele se converte em gás.

Inventário de macrófitas aquáticas: no inventário de macrófitas aquáticas (ver Capítulo 5) é utilizado um quadrado de 1 m^2 de PVC de $\frac{1}{2}$ polegada. Esse quadrado é colocado em um determinado ponto selecionado e, com o máximo de atenção, é determinado o número de espécies presentes no quadrado e o percentual de cobertura de cada uma delas nessa área. Nesse mesmo ponto, são feitas medidas de profundidade da água, transparência, teor de oxigênio, pH, condutividade e temperatura da água.

O inventário é feito em mais três pontos com distância de 40 m um do outro, utilizando a mesma metodologia. Após as medições do primeiro ponto, percorre-se a distância de 500 m, e o mesmo procedimento é repetido. No mínimo 10 pontos devem ser feitos para se ter uma boa representatividade das espécies da área. Todas as espécies existentes dentro do quadrado são identificadas em campo, mas, quando isso não é possível, 5 indivíduos são coletados, acondicionados em jornal; as amostras são borrifadas com álcool e mantidas em sacos plásticos até serem transportadas ao laboratório.

Inventário de árvores: para realizar inventários de árvores é necessário escolher inicialmente as áreas juntamente com os pesquisadores. Após a escolha das áreas é realizada a demarcação de 1 hectare por área, com auxílio de trenas, fitas e canos de PVC, subdividindo o terreno em 16 quadrados de 25 m x 25 m. Esses quadrados são chamados de parcelas e são nomeados por letras. Após a marcação das parcelas, inicia-se o plaqueamento das árvores com DAP (diâmetro à altura do peito) acima de 10 cm de cada parcela. As placas são confeccionadas em alumínio galvanizado, seguindo uma sequência numérica. Após medir o DAP e plaquetear as árvores o parataxônomo da equipe realiza a identificação das árvores e coleta material botânico para posterior identificação das espécies cuja identificação em campo não foi possível (Figura 3). Medidas de altura das árvores e de inundação, bem como coletas dendrológicas e de solo também são efetuadas durante o inventário das árvores. Normalmen-

Exsicata: é uma amostra de planta prensada e em seguida seca em estufa, fixada em uma cartolina de tamanho padrão, acompanhada de uma etiqueta contendo informações sobre o vegetal e o local de coleta, para fins de estudo botânico.

te são inventariados 3 hectares por excursão, em três diferentes níveis de inundação: baixo, médio e alto, onde é necessário trabalho conjunto de no mínimo 8 pessoas por 3 dias consecutivos para cada hectare.

As amostras de plantas quando chegam ao laboratório: no laboratório, as amostras que foram coletadas em campo serão retiradas dos sacos plásticos, prensadas em grades de madeira com placas de alumínio e jornal, comprimidas por corda ou barbante e colocadas em estufa com temperatura de 50 a 60°C durante 6 a 7 dias. Depois de secas, essas amostras serão utilizadas para a confecção de **exsicatas** (Figura 4). Após esse processo, as amostras são colocadas



Figura 3. A) coleta de material botânico e B) marcação das parcelas. Fotos: Elizabeth Rebouças.



Figura 4. A) coleta de herbáceas aquáticas; B) preparação do material e C) confecção de exsicatas. Fotos: Aline Lopes e Naara Ferreira.

em pastas, identificadas e depositadas em Herbário.

Além dos procedimentos descritos acima, conforme a necessidade do trabalho, é coletado também material para a realização de análises no laboratório, como a extração de clorofila e a determinação das concentrações de compostos orgânicos (proteínas, lipídios e carboidratos), análises dendrológicas, solo para análises de nutrientes, análises químicas de água e também para condução de experimentos em casa de vegetação.

Um laboratório diferente: a casa de vegetação

A casa de vegetação é o local onde é possível abrigar as plantas especialmente para evitar o ataque de pragas e de doenças (Figura 5). A estrutura da casa de vegetação fornece condições necessárias para o acompanhamento do processo germinativo, desenvolvimento e estabelecimento de plântulas (plantas jovens recém germinadas), bem como para compreender os processos de repostas das espécies que ocorrem em áreas

úmidas, quando sujeitas a diversas condições experimentais.

Para a execução das atividades em casa de vegetação, inicialmente é necessário verificar a limpeza do local, disponibilidade de água, iluminação e fontes de energia para casos de trabalhos noturnos ou utilização de equipamentos movidos à eletricidade, disponibilidade de bancadas, regadores, bandejas, baldes, sacos para mudas, solo e manutenção do **sombrite**.

Após a organização de todos estes itens, realizam-se as coletas, triagem e transporte do material até a casa de vegetação, onde tudo já deve estar previamente preparado para a instalação dos experimentos. Então é realizada a semeadura ou plantio e os experimentos são montados (Figura 6). Além disso, é necessário o acompanhamento das plantas realizando

Sombrite é uma tela de sombreamento que serve para controlar a irradiação solar, manter a umidade do ambiente e controlar as correntes de vento.



Figura 5. Casa de vegetação do Grupo MAUA /Projeto INPA/Max-Planck. Foto: Bianca Weiss.



Figura 6. Experimentos de germinação em casa de vegetação. Foto: Elizabeth Rebouças.

regas diárias; o monitoramento da temperatura da casa de vegetação é também fundamental.

No trabalho com espécies provenientes de áreas úmidas em casa de vegetação é possível avaliar a germinação, emergência e estabelecimento de plântulas, formação de mudas, testar a resistência das espécies ao pulso de inundação ou períodos prolongados de seca, simulando as condições de campo, entre outras atividades.

Finalmente, podemos dizer que o trabalho técnico nas áreas úmidas da Amazônia é um trabalho árduo, dinâmico, que exige planejamento

e organização, mas que no entanto é muito gratificante, pois o contato com os membros da equipe e com a natureza revigora as energias e torna os dias mais agradáveis. Além disto, saber que contribuímos para o conhecimento e uso adequado dos recursos naturais da região é um sentimento de dever cumprido perante a sociedade e o meio ambiente. Ainda temos muito a aprender sobre essa área tão extensa, mas é e sempre será prazeroso trabalhar com pesquisas voltadas para a melhor utilização dos recursos naturais da Amazônia.



CAPÍTULO 16

SÍNTESE

A difícil e necessária
tarefa de preservar
as Áreas Úmidas
Amazônicas

Aline Lopes

Jochen Schöngart

Florian Wittmann

Pia Parolin

Maria Teresa Fernandez Piedade

Por que nós precisamos das áreas úmidas?

As áreas úmidas no mundo todo promovem uma variedade de serviços ambientais que incluem a retenção de água evitando as enchentes, a recarga de água subterrânea, ajudam a eliminar a poluição, fornecem alimentação e servem de habitat para diversos animais. As áreas úmidas também podem ser fundamentais para a economia local, dada a sua importância para a agricultura, recreação e pesca. Devido à complexidade desses ambientes eles são bastante sensíveis e precisam ser preservados.

Antes que ações de **preservação ambiental** sejam adotadas é necessário o conhecimento da área que se quer preservar. Para que o conhecimento sobre as áreas úmidas amazônicas aumente é necessário que sejam ampliados os estudos já existentes, por meio da realização de estudos da fauna e flora e das características físicas e químicas do solo e da água, principalmente nos locais ainda desconhecidos ou pouco estudados. Estas ações em conjunto permitem entender melhor o funcionamento das áreas úmidas e, por meio delas, os pesquisadores podem ajudar os órgãos governamentais com informações sólidas, para que sejam feitas políticas públicas adequadas de conservação ambiental desses ambientes. Um bom exemplo dessa interação dos pesquisadores com os órgãos governamentais pode ser exemplificada pela Instrução

Normativa n. 009 de 12 de novembro de 2010 da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Amazonas (SDS), que foi baseada, entre outros estudos, nos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores do GP MAUA. Os resultados obtidos no GP MAUA sobre o crescimento de espécies de árvores com interesse comercial nas florestas alagáveis de várzea resultaram em novas normas para o uso de recursos madeireiros na várzea, diferenciando o ciclo de corte e o diâmetro mínimo a partir do qual uma árvore pode ser cortada, para as espécies com crescimento rápido (madeira branca), e para aquelas com crescimento lento (madeira pesada). Isso representa um grande passo em direção de um uso sustentável destes preciosos recursos naturais.

Este livro sintetizou um pouco do que já conhecemos sobre as áreas úmidas. No Capítulo 2 aprendemos um pouco sobre as áreas úmidas e a sua importância para o ciclo hidrológico e de carbono global. O capítulo 3 detalhou as áreas úmidas amazônicas, onde foi possível verificar as grandes diferenças existentes entre as várzeas e os igapós, e também saber da existência de muitos tipos intermediários entre esses dois tipos de áreas alagáveis.

Os Capítulos 4, 5 e 9 apresentaram a flora das áreas úmidas amazônicas, árvores, macrófitas e epífitas, respectivamente. Pudemos conhecer a ecologia e fisiologia (no Capítulo 11) de algumas espécies de plantas

importantes na região amazônica. As árvores são utilizadas para diversas finalidades, madeiras e não-madeiras, enquanto as macrófitas, apesar da grande biomassa produzida, ainda são pouco utilizadas na região. Já as epífitas, que ficam fixadas nos troncos das árvores são também pouco utilizadas pelos ribeirinhos, embora tenham grande potencial ornamental, mas é importante notar que epífitas não podem ser retiradas da natureza e comercializadas. Elas devem ser cultivadas e manejadas de forma racional, e dentro da legislação brasileira pertinente. O Capítulo 12 retomou a questão do potencial de uso das plantas das áreas úmidas amazônicas, sintetizando importantes informações sobre a forma como os povos da Amazônia fazem uso das plantas desses ambientes para sua subsistência.

No Capítulo 6 vimos que os peixes são muitos importantes para a sobrevivência dos povos ribeirinhos. Na região amazônica existem diferentes tipos de pesca, comercial, de subsistência, esportiva e de peixes ornamentais. As atividades turísticas exploram ainda a observação de aves e mamíferos aquáticos. Nos Capítulos 8 e 10 aprendemos que há uma grande diversidade de aves aquáticas nas áreas úmidas. Para poder conservar estas aves, um documento com o compromisso mundial da conservação de áreas úmidas do Planeta foi firmado na Convenção de Ramsar (1971), que o Brasil ratificou no ano de 1993. Já os mamíferos aquáticos

estão envoltos em lendas regionais que podem tanto contribuir para a sua preservação, mas que também podem trazer prejuízos a esses importantes animais, como foi apontado no Capítulo 8.

No meio de toda essa exuberante biodiversidade das áreas úmidas estão ainda os artrópodes. No Capítulo 7 aprendemos quão diversa é essa ordem que engloba formigas, abelhas, borboletas, aranhas e muitos outros pequenos animais que muitas vezes nos causam nojo, porém, esta é uma visão a ser mudada. Muito poucos artrópodes são vetores de doenças, enquanto sua grande maioria é de imensa importância para o equilíbrio do ecossistema, servindo de alimento para diversos animais e reciclando os nutrientes que trazem a fertilidade.

As ameaças às áreas úmidas amazônicas são muitas, como vimos no Capítulo 13. Entre elas as mais preocupantes são o desmatamento para criação de gado e plantio de grãos como a soja, e o estabelecimento de usinas hidrelétricas. Todas essas práticas causam grandes distúrbios nestes ecossistemas. Também é motivo de preocupação a exploração de gás e petróleo, que pode acarretar em acidentes ambientais cuja contabilização é necessária e pode ser feita, como apresentado no Capítulo 14. O estabelecimento de atividades de reparação dos danos ambientais e a aplicação de multas dependem tanto do conhecimento do sistema, quanto da contabilização correta dos danos causados.

Quem leu o Capítulo 15 pode ter se interessado em trabalhar nas áreas úmidas amazônicas, seja como pesquisador, seja como técnico. Trabalhar em áreas úmidas é árduo, mas profundamente recompensador. Além de estar em contato constante com a fantástica fauna, flora e paisagens desses ambientes, os rios, suas cores e mistérios são um presente extra. Ainda há muito para se estudar nas áreas úmidas amazônicas e também nas brasileiras. Quanto mais as conhecermos maior será nossa capacidade de propor estratégias para seu uso sustentável, tanto para esta quanto para as futuras gerações.



ISBN 978-85-211-0135-2



9 788521 101352



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

