



A FLORESTA AMAZÔNICA E SUAS MÚLTIPLAS DIMENSÕES:

Uma
proposta
de educação
ambiental

2ª Edição revisada e ampliada

**Maria Inês Gasparetto Higuchi
Niro Higuchi**
Editores

A FLORESTA AMAZÔNICA
E SUAS MÚLTIPLAS DIMENSÕES:
Uma proposta de educação ambiental

2ª Edição revisada e ampliada

Maria Inês Gasparetto Higuchi
Niro Higuchi
Editores

A FLORESTA AMAZÔNICA
E SUAS MÚLTIPLAS DIMENSÕES:
Uma proposta de educação ambiental

2ª Edição revisada e ampliada

Manaus/AM
Edição do Autor
2012

Projetos

Pronex – Manejo Florestal – FAPEAM/CNPq
INCT – Madeiras da Amazônia – CNPq/FAPEAM

Coordenador Geral

Niro Higuchi

Editores

Maria Inês Gasparetto Higuchi
Niro Higuchi

Capa e Projeto Gráfico

Raul Sena

Ilustrações

Ieda Maria Cezaroni
Victor Gabriel

Revisão de Texto

Joaquim dos Santos
Amanda Regis Faro

Ficha Catalográfica

Ângela Panzu

F634 A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental / Editores: Maria Inês Gasparetto Higuchi, Niro Higuchi. --- 2. ed. rev. e ampl. --- Manaus : [s.n.], 2012. 424 p. : il. color.

Projeto “Pronex – Manejo Florestal- FAPEAM/ CNPQ /INCT – Madeiras da Amazônia- CNPq/FAPEAM.”

Bibliografia no final dos capítulos.

ISBN : 978-85-903549-5-6

1. Floresta – Amazônia. 2. Educação ambiental – Amazonas. 3. Serviços florestais. 4. Comunidades tradicionais. 5. Recursos florestais. I. Higuchi, Maria Inês Gasparetto. II. Higuchi, Niro.

CDD 19. ed. 634.909811

Sumário

Apresentação	07
Introdução	11
Capítulo 1 - Amazônia: características e potencialidades Joaquim dos SANTOS; Cacilda Adélia Sampaio SOUZA; Roseana Pereira da SILVA; Alberto Carlos Martins PINTO; Adriano José Nogueira LIMA; Niro HIGUCHI.	13
Capítulo 2 - A floresta amazônica: conceitos fundamentais Cacilda Adélia Sampaio de SOUZA; Roseana Pereira da SILVA; Priscila Castro de BARRO; Flavia Machado DURGANTE; Márcio Rogério Mota AMARAL; Neila M. Cavalcante da SILVA; Joaquim dos SANTOS; Niro HIGUCHI.	41
Capítulo 3 – Árvore: crescimento, desenvolvimento e identificação Roseana Pereira da SILVA; Cacilda Adélia Sampaio de SOUZA; Márcio Rogério Mota AMARAL; Vilany Matilla Colares CARNEIRO; Priscila Castro de BARROS; Daniel Magnabosco MARRA; Joaquim dos SANTOS; Niro HIGUCHI.	71
Capítulo 4 – A floresta e o solo João B. S. FERRAZ; Rodrigo P. BASTOS; Giuliano P. GUIMARÃES; Tatiane S. REIS; Niro HIGUCHI.	101
Capítulo 5 – A floresta e a água Sávio José Filgueiras FERREIRA.	123
Capítulo 6 - A floresta e a fauna Camila Carla de FREITAS; Rosemary Silva VIEIRA; Manoela Lima de Oliveira BORGES; Francisco Felipe XAVIER FILHO; Catarina da Silva MOTTA.	153
Capítulo 7 – A floresta e o clima Ari de Oliveira Marques FILHO.	185
Capítulo 8 – A floresta e mudanças climáticas Francisco Gasparetto HIGUCHI; Arnaldo CARNEIRO FILHO; Roseana Pereira da SILVA; Adriano José NOGUEIRA LIMA; Joaquim dos SANTOS; Niro HIGUCHI.	223

Capítulo 9 – A floresta e seus produtos madeireiros

Claudete Catanhede do NASCIMENTO; Estevão Vicente Cavalcante MONTEIRO DE PAULA.

257**Capítulo 10 – A floresta e sociedade: tradição e cultura**

Ana Carla BRUNO; Thereza MENEZES.

287**Capítulo 11 – A floresta e sociedade: ideias e práticas históricas**

Maria Inês Gasparetto HIGUCHI; Genevêa Chagas de AZEVEDO; Sylvia Souza FORSBERG.

311**Capítulo 12 - A floresta com espaço de lazer e turismo**

Maria de Nazaré Lima RIBEIRO; Maria Inês Gasparetto HIGUCHI.

331**Capítulo 13 - A floresta amazônica como objeto de formação de docentes em educação ambiental**

Genevêa Chagas de AZEVEDO; Maria Inês Gasparetto HIGUCHI.

359**Capítulo 14 - Suplemento pedagógico: atividades educativas tendo a floresta como tema central**

Genevêa Chagas de AZEVEDO; Fernanda Dias Costa Bandeira VIEIRA; Maria Inês Gasparetto HIGUCHI; Patrícia Karla SALES.

387**Índice Remissivo****413****Apresentação dos autores****418**

Apresentação

Em setembro de 2003, os laboratórios de Psicologia e Educação Ambiental (LAPSEA) e de Manejo Florestal (LMF), ambos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), se juntaram para oferecer o curso “Floresta amazônica e suas múltiplas dimensões”. Este curso foi formatado para professores do ensino médio da rede pública do Amazonas. A concepção do curso foi compartilhada com a Secretaria de Educação do Estado do Amazonas (SEDUC) e Secretaria Municipal de Educação de Manaus (SEMED), que o apoiaram desde o seu nascimento. O apoio financeiro veio, principalmente, do próprio INPA e de projetos do LAPSEA (Edital Universal do CNPq) e do LMF como Chichuá (FAPEAM), PRONEX Manejo Florestal (FAPEAM e CNPq) e, a partir de 2011, INCT – Madeiras da Amazônia (FAPEAM e CNPq).

Os quatro primeiros cursos (2003, 2004, 2005 e 2006) foram executados em duas semanas na sala de aulas do LAPSEA na cidade, sempre no período matutino. O fim de semana entre as duas semanas de curso era utilizado para uma visita à estação experimental ZF-2, também do INPA, localizada no distrito agropecuário da SUFRAMA. Rapidamente foi notado que a segunda semana era bem mais produtiva do que a primeira, depois da imersão total na floresta. A partir de 2007, o curso foi alterado em relação à duração e à forma. O curso passou a ser executado de domingo a sábado na ZF-2, com imersão total de todos os envolvidos (professores-alunos, instrutores e auxiliares técnicos). Neste formato, os instrutores-chave do LAPSEA e LMF passam o tempo todo com os professores-alunos na estação experimental. Por outro lado, os instrutores convidados deslocam-se para a ZF-2 de acordo com a agenda do curso.

O conteúdo do curso foi mantido, mas a sua abordagem foi totalmente alterada. Os animais de hábito noturno passaram a ser

estudados à noite e os de hábito diurno, durante o dia. Para entender um pouco melhor o conceito de produtividade da floresta, os professores-alunos começaram a pesar árvores inteiras e trabalhar no desenvolvimento de equações alométricas. A qualidade de água passou a ser avaliada na prática. Os solos passaram a ser classificados no campo em diferentes classes topográficas. Da mesma forma, equipamentos sofisticados e os artesanais adaptados por pesquisadores do INPA são utilizados para mostrar como são realizadas as diferentes medições necessárias para melhor entender o papel da floresta em relação ao funcionamento dos ecossistemas. A área afetada pelo fenômeno conhecido como “downburst” ou “blowdown” ou “roça de ventos” ocorrido em 2005 foi incorporada às visitas dos professores-alunos a partir de 2007. Discutir mudanças climáticas com este exemplo tem sido extremamente pedagógico. Por conta desta mudança de abordagem, os professores-alunos têm também a oportunidade de melhor conhecer o cotidiano de um pesquisador da área das múltiplas dimensões da floresta.

Com o projeto do curso “Floresta amazônica e suas múltiplas dimensões” em andamento, o passo seguinte foi a montagem de um livro-texto. Em 2004, o livro com o mesmo título do curso foi lançado. Depois de nove cursos oferecidos e executados foi decidido trabalhar numa segunda edição do livro. Trata-se de uma edição revisada e ampliada, que tentou aproveitar todas as observações e críticas realizadas por professores-alunos e instrutores durante os nove cursos, antes e depois da fase ZF-2. Tudo isto sem perder de vista o foco original do curso e do livro, que tem a floresta como principal objeto de compreensão. Como da primeira edição em 2004, esta edição procurou convergir os diferentes “olhares” de um grupo de pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, em torno da floresta. Esta edição será utilizada durante o X Curso “Floresta amazônica e suas múltiplas dimensões”, que será executado em 2012. Nesta ocasião, tanto o curso como o livro serão avaliados do ponto de vista pedagógico e esta avaliação comporá uma tese de doutorado na área de Psicologia Cognitiva.

Assim como em sua primeira edição, este livro aborda questões que dizem respeito à floresta e sua complexidade dentro do contexto especificamente amazônico. O objetivo principal é fornecer informações para uma leitura adicional sobre a floresta e as suas principais interações. O livro é uma tentativa de preencher uma lacuna importante relacionada com a disponibilidade de material didático de conteúdo científico melhor decodificado e menos árido para leitores menos especializados. O mesmo pode servir de apoio aos professores do ensino médio diante da possibilidade de tratar o conteúdo sobre a floresta amazônica sob a perspectiva da transversalidade que se enseja na educação ambiental. Além disso, a força descritiva do livro permite aproximar o leitor do objeto de estudo e assim estabelecer conexão com a realidade pensada e vivida.

Talvez um dos grandes equívocos dos livros que se propõem a mostrar a Amazônia é tratá-la com os clichês produzidos pelas expedições científicas dos séculos XVIII e XIX, que a viam como um imenso tapete verde uniforme de vegetação impenetrável. O avanço e intensificação das pesquisas no século XX derrubaram mitos e tornaram acessível o conhecimento acumulado a um círculo mais amplo de interessados, despertados, quem sabe, pela exposição continuada nos meios de comunicação. Com base na premissa de levar ao maior número possível de pessoas, o conhecimento então restrito aos meios acadêmicos, que o livro “A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de Educação Ambiental” está sendo colocado ao alcance do público. Mesmo assim é importante ressaltar que este livro não tem a pretensão de ser completo e nem prescritivo, e sim de ampliar o leque de opções para a formação de juízo sobre a floresta amazônica.

A primeira edição foi composta de 8 capítulos. Nesta edição, alguns capítulos da primeira edição foram juntados, outros foram desdobrados e cinco capítulos inéditos foram introduzidos, totalizando 14 capítulos. Dessa forma a edição revisada e ampliada contém dois capítulos iniciais sobre a Amazônia e floresta amazônica; um capítulo sobre a árvore como indivíduo representativo da floresta; quatro

capítulos dando ênfase na relação floresta-solo, floresta-água, floresta-fauna e floresta-clima. O oitavo capítulo traz uma discussão atual do fenômeno das mudanças climáticas e o papel da floresta. O nono capítulo apresenta a floresta e seus recursos madeireiros. Do décimo capítulo até o décimo segundo são apresentados os aspectos socioculturais a respeito da relação sociedade com a floresta. Esta edição é fechada com o capítulo de formação de professores tendo a floresta como ênfase e finalmente, um suplemento pedagógico com sugestão de atividades educativas para desenvolvimento em sala de aula no ensino fundamental e médio.

Maria Inês Gasparetto Higuchi
Niro Higuchi
Editores

Introdução

Tanto a matéria-prima madeira como todos os outros produtos que dependem do abrigo da floresta, tem tido uma forte interação com os seres humanos, desde o aparecimento do gênero *Homo* na face da terra há cerca de 100 mil anos. Em todas as regiões do mundo, sem exceção, essa coexistência teve um início muito parecido: (i) a floresta era usada apenas para caça e coleta de outros produtos extrativista como a lenha para a energia e o material para moradias, além de outras construções e (ii) com o aumento da população, o gênero *Homo* foi forçado a aprender a domesticar determinadas plantas e animais e, em função disso, a floresta transformou-se em obstáculos, sendo, invariavelmente, derrubada e queimada.

A floresta não foi e nunca será obstáculo para o ser humano. A floresta tem papel importante, de forma intrínseca, na proteção de outras formas de vida e na manutenção dos processos biológicos que controlam a produção e produtividade dos ecossistemas. Da mesma forma, a floresta fornece importantes serviços ambientais (regulagem de secas e cheias, controle da erosão do solo e sedimentação dos rios, descarga de águas subterrâneas e outros), que, frequentemente, são subavaliados, primariamente porque eles não têm preço no mercado tradicional e porque os efeitos de sua destruição não são percebidos antes que os benefícios de curto prazo cessem.

A Amazônia brasileira tem posição de destaque no atlas mundial por ter a maior reserva florestal contínua do mundo e por outras riquezas. Essas riquezas podem ser traduzidas como grandes jazidas minerais e óleo, diversidade de animais e vegetais, sem falar de microorganismos que vivem acima e abaixo do solo. Essas espécies, juntas, funcionam como um grande reservatório genético ainda pouco conhecido, mas com grande potencial alimentício e farmacológico de grande importância para a humanidade.

No entanto, a floresta amazônica, em particular, tem sido destruída a uma velocidade sem precedentes e, por esta razão, tem produzido grandes manchetes no cenário mundial. Dessa forma, o

desmatamento associado ao mau uso dos recursos naturais da Amazônia, tem sido motivo de preocupação no cenário internacional, com a possibilidade de intensificar a crise ambiental que o planeta tem sido acometido, principalmente nas últimas cinco décadas. Com o aumento da população e a multiplicação da tecnologia e o uso indiscriminado do solo para diversos fins, a floresta amazônica tem sofrido mudanças rápidas que podem afetar a biodiversidade, a hidrologia e o ciclo global do carbono, desmantelando um sistema em equilíbrio que não pode ser recriado tão facilmente, com consequências ambientais e socioeconômicas de longo prazo. Em consequência do mau uso das florestas, algumas civilizações praticamente desapareceram da face da Terra.

As florestas precisam ser vistas como um capital natural fornecendo uma rede permanente de benefícios e serviços, que suporta, fortalece e protege o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida. Além disso, a abundância da floresta foi sempre uma péssima referência e a sociedade, em geral, tem sido pouco eficiente na antecipação da escassez. Conhecer e compreender o sistema amazônico faz parte de um processo de aprendizagem para o bom gerenciamento e uso dos recursos naturais, o que não resolverá por si só os problemas ambientais presentes e futuros. Contudo, é um passo importante na tentativa de situá-la dentro de uma temática voltada para a educação ambiental e a conservação da mesma.

Incluir a floresta como tema transversal e de forma interdisciplinar se fundamenta no princípio de que é o ser humano quem dá sentido a tudo o que está à sua volta. Por isso a floresta é, em última instância, uma produção social. A apropriação da floresta amazônica como aspecto de nossa própria existência e patrimônio sociocultural deve estar na pauta das discussões éticas, políticas e econômicas. O fortalecimento dessa atitude possibilita a necessária reflexão sobre o quanto sabemos sobre ela e como a estamos tratando.

Convidamos então, os leitores para uma caminhada entre as múltiplas dimensões da floresta amazônica, como forma de tecer sua totalidade indissociável da nossa existência nesse Planeta.





Foto: Arquivos LMF/INPA

Os adjetivos da Amazônia são quase sempre narrados no superlativo. No entanto, esta região é ainda compreendida por poucos, que acaba ensejando ações incompatíveis com os adjetivos.

Amazônia: características e potencialidades

CAP01

Joaquim dos SANTOS
Cacilda Adélia Sampaio de SOUZA
Roseana Pereira da SILVA
Alberto Carlos Martins PINTO
Adriano José Nogueira LIMA
Niro HIGUCHI

Introdução

A Amazônia tem sido utilizada como um dos símbolos mais genuíno e puro da natureza, diante de um mundo muito alterado. Os mais jovens de São Paulo, por exemplo, têm dificuldades para imaginar como era o rio Tietê; os de Recife, da mesma forma, não fazem ideia de como era o rio Capiberibe. O mesmo ocorre com os jovens de Londres (rio Tâmis) e de Paris (rio Sena). Outras paisagens que contrapõem com a natureza da Amazônia são: as florestas uniformes com uma única espécie, avançada desertificação em vários lugares do planeta, poluição do ar e das águas e extinção de muitas formas de vida. Grande parte das pressões para impedir projetos de desenvolvimento na Amazônia tem origem no sentimento genuíno de proteger a natureza. A região sempre viveu de mitos começando pelo seu nome que deriva das *amazonas* – da mitologia grega: mulheres fortes e corajosas. O que essas mulheres ofereciam aos antigos, apesar do avanço da comunicação, a região oferece aos modernos: um pacote de mal-entendidos e sonhos, um objeto de meias verdades e desejos – em síntese, uma terra de mitos, desejos e sonhos.

O rio que simboliza a região amazônica nasce nos Andes (Peru) como rio Marañon, passa a ser rio Amazonas e entra no Brasil (Tabatinga - AM) com o nome de rio Solimões; depois do encontro das águas (rio Negro e rio Solimões) em Manaus volta a ser rio Amazonas até desaguar no Oceano Atlântico.

O papel da ciência & tecnologia é produzir conhecimentos primários sobre a estrutura e funcionamento dos ecossistemas amazônicos,

em condições naturais. Sabendo disso, a avaliação dos impactos causados por projetos de desenvolvimento regional pode ser ordenada e sistematizada, sem ser passional. É preciso dizer, no entanto, que o ecossistema não é só composto por elementos geofísicos e biológicos, mas também pela presença humana de grupos sociais distintos com histórias feitas na relação com a floresta. Essa histórica relação social das pessoas com a floresta amazônica é também fruto de estudos científicos das ciências humanas e sociais. Nesse primeiro capítulo vamos apresentar um panorama da Amazônia, tanto nos aspectos do ambiente físico quanto social, que afinal de contas ambos são dimensões de um mesmo mundo, inseparáveis e indissociáveis.

ALGUNS MITOS

Mito da Homogeneidade

Para muitos, a Amazônia é um imenso tapete verde coberto por florestas e recortado por rios e igarapés. A Amazônia, no entanto, extrapola os limites das terras baixas (vale amazônico); ao norte alcança o escudo da Guiana e, ao sul, o escudo Brasileiro (Planalto Central). Imagina-se que a Amazônia seja totalmente plana, o que é meia verdade. Esta meia verdade ocorre por conta do fato de a queda do complexo Solimões / Amazonas até a sua foz na Ilha do Marajó não atingir 100 metros, depois de percorrer quase 3.000 km dentro do território brasileiro. Exemplo: a altitude da cidade de Manaus (Amazonas) é de, aproximadamente, 100 m acima do nível do mar (a.n.m), mas existem depressões que chegam quase ao nível do mar. No mesmo Amazonas encontra-se o Pico da Neblina, que é o ponto mais alto do Brasil com 2.993 m de altitude. A topografia da Amazônia é bastante irregular; os platôs (áreas mais altas ou elevadas) são pequenos em sua grande maioria de, aproximadamente, 500 m de raio.

Da mesma forma que se pensa que na Amazônia o relevo seja plano é comum deparar com ideias de que esta seja formada somente

por ambientes naturais. Chega-se a ouvir perguntas de pessoas preocupadas com animais como cobras, onças e outros bichos estejam circulando pelas “vilas” e ameaçando a vida das pessoas. Isto é uma ideia que persiste embora se saiba que na Amazônia há grandes cidades como Manaus e Belém e outras importantes cidades, todas com estrutura urbana semelhante a outras cidades de igual porte do território nacional. O acesso, no entanto é diferenciado, onde as vias terrestres são substituídas, na grande maioria, por vias fluviais, aumentando o tempo e dificuldades de mobilidade das pessoas e transporte de bens e alimentação.

Apesar da baixa densidade demográfica (número de habitantes por km²), se comparada com outras regiões brasileiras, na Amazônia vivem, aproximadamente, 25 milhões de brasileiros. Nesta região vivem descendentes de portugueses, italianos, japoneses, alemães, libaneses, javaneses e outros, juntos com ribeirinhos, quilombolas e índios. Na Amazônia há centenas de etnias indígenas e, praticamente, o mesmo número de línguas (sem contar com os dialetos). Em São Gabriel da Cachoeira (AM), por exemplo, além do português, são consideradas oficiais as línguas indígenas Nheengatu, Tukano e Baniwa. Também por este lado não é possível especular que a Amazônia seja homogênea.

Densidades demográficas (hab. por km²) de alguns estados brasileiros, segundo o IBGE¹: Amazonas (2,23), Pará (6,07), São Paulo (166,25), Rio de Janeiro (365,23) e Ceará (56,76).

Mito da Riqueza e da Pobreza

Devido à exuberância da floresta amazônica, criou-se o mito de que os solos seriam igualmente ricos e apropriados para a agropecuária. Esse foi o principal argumento para se tentar resolver os problemas fun-

1 IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
(<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pa>)

diários e da produção de grãos do Brasil. Depois de alguns fracassos (Ver capítulo - A floresta e o solo), radicalizou-se de novo numa ideia tão equivocada quanto a anterior, ou seja, “a Amazônia não serve para nada e o seu desenvolvimento é impossível”. A questão da “pobreza” da Amazônia é, de fato, um mito. Quanto à “riqueza” relacionada com a possibilidade de a região ser transformada em “celeiro” do mundo, isto é uma meia-verdade.

Mito do Pulmão do Mundo

O planeta Terra é envolto por uma camada gasosa conhecida como atmosfera. A atmosfera é composta de nitrogênio (78,1%), oxigênio (21%) e traços de muitos outros gases (inclusive CO_2 – 0,033%) que são extremamente importantes para a manutenção da vida na Terra.

O mito “pulmão do mundo” surgiu por conta da tentativa de ligar as trocas gasosas da floresta e do pulmão com o ambiente (atmosfera). A ligação foi infeliz porque os papéis de cada um no processo de trocas gasosas são totalmente distintos. No pulmão entra oxigênio e sai gás carbônico e não, o contrário. A floresta, ao contrário, absorve sempre o gás carbônico, mas pode liberar o mesmo gás e o oxigênio. Diante disso, até poderia dizer que a floresta produz oxigênio em certas circunstâncias (em fase de crescimento sem competição, por exemplo).

Nos processos de fotossíntese e respiração, as plantas têm a capacidade de absorver gás carbônico, usar parte para se manter ou crescer e liberar gases carbônico e oxigênio. Em condições naturais, a tendência é de equilíbrio entre absorção e liberação. Estudos recentes sobre a interação biosfera e atmosfera, realizados na Amazônia, indicam que nos últimos 30 anos, a floresta primária, ou seja, a floresta que ainda mantém a sua cobertura florestal original tem sequestrado mais carbono do que emitido. Algum desavisado poderia até ressuscitar o mito do “pulmão do mundo” pelo tamanho da floresta amazônica. No entanto, tudo é questão de escala, pois, qualquer grande liberação de oxigênio na Amazônia, ainda seria insignificante para alterar o estoque na atmosfera.

Mito da Amazônia Vazia

As tabelas 1 e 2 dão uma ideia da ocupação da Amazônia. Em toda a região amazônica vivem mais de 30 milhões de não indígenas e quase 1 milhão de indígenas. Apesar da baixa densidade demográfica, não dá para afirmar que a Amazônia é vazia. Na Amazônia brasileira são mais de 25 milhões de não indígenas e mais de 200 mil indígenas que vivem na região. Os grupos indígenas estão distribuídos em toda a Amazônia brasileira, sem uma clara correlação entre densidade e tipos de vegetação, solos ou água. Em São Gabriel da Cachoeira (AM), por exemplo, a maioria das atuais comunidades indígenas tinha sido descrita e cartografada por Wallace por volta de 1850. O estado do Acre é praticamente todo ocupado por seringueiros e indígenas. Ocupações recentes mostram concentrações de acordo com a capacidade de suporte dos sítios.

Tabela 1: A Amazônia na América do Sul: contribuição de área e população de cada País

PAÍS	ÁREA (Km ²)	TA (%)	POPULAÇÃO
Bolívia	824.000	10.9	344.000
Brasil	4.988.939	65.7	25.474.365**
Colômbia	406.000	5.3	450.000
Equador	123.000	1.6	410.000
Guiana	5.870	0.1	798.000
Peru	956.751	12.6	2.400.000
Venezuela	53.000	0.7	9.000
Suriname (*)	142.800	1.9	352.000
Guiana Francesa (*)	91.000	1.2	90.000
Total	7.591.360	100.0	30.327.365

Fonte: TCA (1992).

* Não influenciado pela bacia amazônica.

** Censo de 2010 do IBGE

TA= Território Amazônico.

Tabela 2: Grupos étnicos, populações indígenas da Amazônia

PAÍS	GRUPOS	POPULAÇÃO INDÍGENA	ÁREA OCUPADA (ha)
Bolívia	31	171.827	2.053.000
Brasil	200	213.352	74.466.149
Colômbia	52	70.000	18.507.793
Equador	6	94.700	1.918.706
Peru	60	300.000	3.822.302
Guiana	9	40.000	Não determinada
Suriname	5	7.400	Não determinada
Venezuela	16	386.700	8.870.000
Total	379	935.949	

Fonte: TCA (1992).

Mito da Internacionalização

A internacionalização é um termo que se refere a trocas econômicas, culturais e políticas entre nações e também aos resultados dessas interações, sejam bons ou ruins para os envolvidos. Hoje, a “internacionalização da Amazônia” é mais um mito do que realidade, mesmo que a mídia circule supostas informações difundidas em escolas e livros escolares do exterior dizendo que esse território seria de outros países, ou deveria ser “protegido” por países mais desenvolvidos. No entanto, logo depois da Segunda Guerra, importantes movimentos aconteceram em direção à internacionalização da Amazônia. O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), por exemplo, é uma resposta do governo brasileiro à proposta de criação do Instituto Internacional da Hileia² Amazônica. Esta proposta foi patrocinada pela UNESCO e acabou tramitando no Congresso Nacional por várias décadas. De qualquer modo é importante não confundir internacionalização com invasão, ocupação ou imperialismo.

Um exemplo concreto de internacionalização é o continente da Antártida. Depois de 1959, quando os países que reclamavam posse de partes do continente suspenderam suas pretensões por período indefinido e permitiram a liberdade de exploração científica do continente, em

2 Hileia Amazônica: outro termo como floresta amazônica ficou conhecida de acordo com o geógrafo e naturalista alemão Alexander von Humboldt em meados do século XIX.

regime de cooperação internacional. O Brasil instalou, em 1986, a estação Comandante Ferraz, que serve de base para pesquisas científicas no continente. Outras ações internacionais como invasão do Iraque, mesmo com o aval da ONU, não tem nada a ver com internacionalização, mas sim com invasão ou qualquer outro nome que queira dar para legitimar objetivos específicos e desconhecidos.

Mito do Boto Tucuxi, Matinguari e Muito Mais

Será o Boto Tucuxi apenas um mito, lenda ou realidade? Quanto ao Matinguari, depois que um pesquisador do Museu Paraense Emílio Goeldi saiu caçando-o pelas florestas do Acre, acompanhado pela mídia, esta figura perdeu o status de lenda ou mito.

Quaisquer que sejam os encantos do boto, que a noite se transforma no belo homem de chapuzinho branco; as confusões do arteiro Curupira no meio da mata perturbando os caçadores com suas brincadeiras; o rebojo causado pelos movimentos da Cobra Grande nos rios; os perigos do índio Juma contra os homens que adentram as suas matas ou do misterioso Matinguari com seus pelos avermelhados e seus ataques a caçadores, muitos são os mitos e lendas que se estendem ao longo de toda essa vastidão amazônica. E farto também é o respeito que as populações tradicionais têm a eles.

De fora, o interesse pela memória das populações tem relação direta com as análises das formas de conservação da identidade coletiva nos processos de grupos humanos³. Identidade essa, transmitida de geração a geração sendo facilmente encontrada nas histórias ou narrativas tradicionais, seja nos lugares mais próximos às cidades, ou nos mais distantes rincões amazônicos.

3 Retirado do livro *Tradições orais de Nova Olinda do Norte* (2003), que faz parte do projeto “*Em busca da identidade regional*” da Secretaria de Estado da Cultura do Amazonas.

Mito das Árvores Gigantes

O turista quando visita a floresta tira fotos das árvores. Em geral, ele tira fotos ao lado de grandes árvores. Essas fotos dão voltas ao mundo e a imagem que fica é que na Amazônia só tem árvores gigantes. Os fotógrafos profissionais, repórteres e os cinematografistas fazem o mesmo. Às vezes, até os cientistas caem nessa armadilha e acabam mostrando uma floresta amazônica maior do que ela é de fato. Isso é o mesmo que acontece com a imagem que a maioria dos amazonenses tem do Rio de Janeiro, por exemplo, ou seja, é a imagem que a TV passa diariamente, o que não é uma verdade inteira.

Na Amazônia, o volume médio de madeira varia de 200 a 800 m³ por hectare, com árvores gigantes que não passam de **4 m de diâmetro e 60 m de altura**. Na região de Manaus, mais especificamente na estação de experimentos do INPA no Distrito Agropecuário da Suframa, o volume médio é de, aproximadamente, 350 m³ por hectare, com a árvore mais alta de 45 m e diâmetro de 1,4 m. Na Califórnia, EUA, existe uma sequóia (*Sequoiadendron giganteum*) com 5 m de diâmetro, 112 m de altura e volume de 1.415 m³, ou seja, uma única árvore tem praticamente o dobro do volume em um hectare (10.000 m² de área) da floresta mais densa da Amazônia. Na área do INPA, a árvore com maior volume individual alcança 23 m³.

Os primeiros trabalhos de naturalistas da Amazônia também ajudaram a distorcer a imagem da Amazônia. Nesses trabalhos, é comum ver homens ao lado de árvores gigantes. Têm fotos ou desenhos de encontros casuais com onças, veados, antas, cobras, peixe-boi e outros animais. Claro que esses animais são abundantes na Amazônia, mas encontrá-los casualmente não é assim tão fácil. No Pantanal, ao contrário da Amazônia, a fauna fica mais concentrada, principalmente, na estação seca, quando qualquer pessoa pode ver inúmeros animais da fauna brasileira.

AS VÁRIAS AMAZÔNIAS

Como foi visto anteriormente não existe uma Amazônia homogênea, nem no sentido físico, cultural e nem no sentido político. Na América do Sul há duas Amazônias: o território amazônico e a bacia amazônica. O território estende-se além da bacia, até a região do Orinoco e nas Guianas.

A tabela 1 apresentou o território amazônico e a contribuição de cada país ao território e o que a Amazônia representa em cada território nacional. Olhando essas estatísticas, é fácil entender porque a Amazônia é confundida com o Brasil e o Brasil é confundido com a Amazônia. A razão para esta confusão é simples: Amazônia Legal cobre quase 60% do território nacional e mais de 65% do território amazônico.

No Brasil há duas Amazônias também: a Legal - divisão geopolítica - e a bacia amazônica. A Amazônia Legal envolve parte do Maranhão e os estados de Tocantins e Mato Grosso – estados que não são, diretamente, influenciados pelo complexo Solimões-Amazonas. A tabela 3 apresenta a área e a população de cada estado da Amazônia Legal. A tabela 4 apresenta os diferentes tipos florestais e não florestais da bacia amazônica.

Tabela 3: Amazônia Legal – área (em km²) e população (censo 2010) de cada estado brasileiro

ESTADO	ÁREA	POP'10
Acre	164.122	733.559
Amapá	142.828	669.526
Amazonas	1.559.161	3.483.985
Maranhão	261.785	6.574.789
Mato Grosso	903.330	3.035.122
Pará	1.247.950	7.581.051
Rondônia	237.591	1.562.409
Roraima	224.301	450.479
Tocantins	277.622	1.383.445
TOTAL	5.018.690	25.474.365

Fonte: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ma>

Tabela 4: Bacia amazônica - área (em km²) dos principais tipos florestais e não florestais

TIPOS FLORESTAIS E NÃO FLORESTAIS		ÁREA (km ²)
1	Florestas de Terra-Firme	
	Florestas Densas	3.303.000
	Florestas Densas com lianas	100.000
	Florestas Abertas com bambu	85.000
	Florestas de Encosta	10.000
	Campina Alta ou Campinarana	30.000
	Florestas Secas	15.000
2	Florestas de Várzea	55.000
3	Florestas de Igapó	15.000
4	Florestas de Mangue	1.000
5	Campinas	34.000
Sub-total (áreas florestais)		3.648.000
6	Campos de Várzea	15.000
7	Campos de Terra-Firme	150.000
8	Vegetação Serrana	26.000
9	Vegetação de Restinga	1.000
10	Água	100.000
Sub-total (áreas não florestais)		292.000
TOTAL BACIA AMAZÔNICA		3.940.000

Fonte: Braga (1979).

A Extensão Hídrica da Amazônia

O rio principal da bacia amazônica é composto pelo eixo Amazonas-Solimões-Ucayali, que nasce no Monte Huagra, Peru, a 5.281 m a.n.m., 195 km da costa do Pacífico. O eixo tem 6.762 km de comprimento e, nos primeiros 965 km de sua nascente, ele cai 4.786 m, enquanto que, nos 5.797 km restantes, a queda até o nível do mar é de apenas 495 m. O eixo Amazonas-Solimões-Ucayali tem a maior descarga de água doce do mundo, contribuindo sozinho com quase 15% com descarga total – tabela 5. Ainda não existe uma definição exata quanto à sua classificação em extensão em relação aos maiores rios do mundo, mas quando o rio Marañon é considerado o seu formador, o rio Amazonas passa a ser o primeiro mais extenso do mundo superando o rio Nilo.

■ **Tabela 5:** Descargas (m³/sec.) dos principais rios do mundo

RIO	DESCARGA	%
Amazonas	176.000	14,97
Zaire	40.000	3,4
Orinoco	36.000	3,06
Mississipi	17.000	1,44
Outros	907.000	77,13
Total	1.176.000	

Fonte: TCA (1992).

A Amazônia é conhecida mundialmente por sua disponibilidade hídrica e pela quantidade de ecossistemas. A **Região Hidrográfica Amazônica** brasileira é constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas **situada no território nacional**, pelas bacias hidrográficas dos rios existentes na Ilha de Marajó, além das bacias hidrográficas dos rios situados no estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte (Resolução CNRH n° 32, de 15 de outubro e 2003), perfazendo um total de 3.870.000 km².

A **bacia hidrográfica do rio Amazonas** é constituída pela mais extensa rede hidrográfica do globo terrestre, ocupando uma área total da ordem de 6.110.000 km², desde os Andes peruano até sua foz no oceano Atlântico (na região norte do Brasil). Esta bacia continental se estende sobre vários países da América do Sul: Brasil (63%), Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5,8%), Equador (2,2%), Venezuela (0,7%) e Guiana (0,2%).

Outro dado interessante diz respeito a sua descarga sólida média anual na sua foz, equivalente a 600 milhões de toneladas, segundo dados do Projeto HiBAm (Hidrologia da Bacia Amazônica), um projeto científico envolvendo o Brasil, Equador, Bolívia e França (ANA, sem data). Devido à sua extensão, a bacia amazônica possui sazonalidades distintas por região, o que influencia o volume de água dos seus afluentes.

Outro fator importante é o fato de ser uma bacia de planície, o que faz com que seus rios terem pouca declividade, não sendo tão eficientes para a produção de energia. É o que acontece nos exemplos das hidrelétricas de Balbina, no rio Uatumã/AM e de Tucuruí, no rio

Tocantins-TO, cujas dimensões dos lagos para reservatórios de água são enormes em comparação à energia produzida: 250 MW em Balbina e 3.980 MW em Tucuruí (Povos da Amazônia, 2011).

A novidade na Amazônia é a descoberta de um rio subterrâneo⁴ de 6 mil km de extensão que segue a mesma direção do Amazonas até a sua foz no Oceano Atlântico a uma profundidade de 4 km. Esta descoberta é produto de uma tese de doutorado da professora Elizabeth Tavares Pimentel da Universidade Federal do Amazonas, que foi orientada pelo professor Valiya Hamza da Coordenação de Geofísica do Observatório Nacional. Esta descoberta ainda precisa ser publicada em uma revista científica de grande impacto para ser confirmado como um rio ou apenas um gigantesco fluxo d'água subterrâneo. De qualquer modo, a descoberta é relevante e mereceu registro nesta parte deste livro.

Clima e solos da Amazônia brasileira

A região que abriga a Amazônia é caracterizada por apresentar temperaturas elevadas, embora não variem muito. Por exemplo: Belém, (PA), distante 100 km do Atlântico, apresenta temperatura média anual de 25° C; Manaus (AM), localizada a 1500 km da costa possui temperatura média de 27° C e Taraquá (AM), distante da costa 3000 km, a temperatura média é de 25° C. As temperaturas máximas ficam em torno de 37-40° C, com variação diurna de 10° C.

Ao contrário da temperatura, a precipitação mostra variabilidade. A precipitação média anual na costa do Atlântico é em torno de 3000 mm/ano; de 3500 mm em Taraquá; de 2500 mm em Manaus; de 1500 mm em Boa Vista (RR) e de 1600 mm em Conceição do Araguaia (PA). As variações sazonais são determinadas pela quantidade de chuva, distinguindo-se apenas duas estações: seca e chuvosa (Ver esse tema com mais detalhes no capítulo – Floresta e Clima).

4 <http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,cientistas-anunciam-rio-subterraneo-de-6-mil-km-embraixo-do-rio-amazonas,763463,0.htm>

O solo da Amazônia possui grande diversidade geológica. Esta diversidade, aliada ao relevo diferenciado e altas temperaturas e precipitações, resultou numa formação variada de classes de solo. Contudo, a fertilidade natural dos solos é baixa, ou seja, estes não possuem grande riqueza em nutrientes, apesar da diversidade e do porte das florestas da região.

Os solos na Amazônia são antigos, alcançando a era Paleozóica. A região é composta por uma bacia sedimentar (vale amazônico), entre os escudos guianense e brasileiro. Os escudos são rochas ígneas do Pré-Cambriano e metamórficas do Cambriano-Ordoviciano, que contém algumas manchas de sedimentos da Paleozóica-Mesozóica (60 a 400 milhões de anos atrás).

O vale amazônico é formado por sedimentos fluviais de textura grossa, depositados entre o Cretáceo e Terciário; deste processo se originaram os solos de terra firme, os quais possuem elevada acidez e alta toxicidade de alumínio, além de terem baixos teores de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K). Os solos de várzea, por sua vez, possuem níveis mais elevados de minerais como fósforo, cálcio e magnésio que o tornam mais férteis quando comparados aos solos de terra firme.

Os solos são ácidos (pH de 4,5 a 5,5) devido aos processos pedogenéticos, ou seja, o material de origem do processo de formação dos solos e são pobres em nutrientes. Possuem uma restrita camada de matéria orgânica que se encontra na superfície, conhecida como serapilheira. Essa fina camada fértil é oriunda da própria floresta, onde os organismos (insetos, fungos e bactérias) vivos reciclam os nutrientes dispostos no ambiente (Ver esse tema com mais detalhes no capítulo 4 - Floresta e Solos).

POTENCIALIDADES DA AMAZÔNIA: PRODUTOS E SERVIÇOS

A Amazônia como ecossistema multidimensional formado por diversos elementos possui potencialidades também distintas. Atualmente vivencia-se um debate intenso na mídia e no meio político sobre o papel

da Amazônia e as “riquezas” que podem dela ser retirados ou aproveitados. Apesar de considerar de forma mais saliente as potencialidades ambientais sob o ponto de vista econômico, a Amazônia inclui valores e sentidos que “não têm preço”. Os recursos e serviços oferecidos por esse ecossistema requer questionamentos profundos. Antes de pensar nos cifrões que podem ser gerados com o aproveitamento desses recursos, é importante refletir sobre as seguintes questões:

Pra quem vamos produzir? Como serão investidos os cifrões arrecadados?

De qualquer modo, o aproveitamento dos recursos amazônicos tem que estar apoiado nos quatro pilares da sustentabilidade: o técnico, o econômico, o ecológico e o social. Estudos de benefícios e custos de qualquer atividade envolvendo o aproveitamento dos recursos naturais são imprescindíveis para tomadas de decisão. Em nome do desenvolvimento regional e da produção de alimentos, principalmente, já foram desmatados mais de 70 milhões de hectares de florestas primárias, de acordo com as estimativas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2007).

Com esses dados de desmatamento ou área cultivada haveria condições de afirmar que a região é autossuficiente em alimentos e em outros artigos de primeira necessidade? A resposta está longe de uma afirmação. Outra pergunta de igual pertinência: a quantidade de gases de efeito estufa emitida para a atmosfera pelo uso do solo amazônico justifica a contribuição regional ao PIB nacional? Para responder é preciso saber que no Amazonas, por exemplo, a emissão de carbono para a atmosfera foi de, aproximadamente, 10 milhões de toneladas via desmatamento até meados de 2004, considerando uma média de 20 anos, enquanto que a emissão via queima de combustível fóssil foi aproximadamente 1,5 milhão. Grande parte do combustível queimado é usada para funcionar o Polo Industrial de Manaus (PIM), que, por sua vez, contribui com aproximadamente US\$ 10 milhões ao PIB do Amazonas. Usando regra de três simples, o setor primário deveria contribuir com,

aproximadamente, US\$ 65 milhões. Se isso está acontecendo, ninguém percebeu.

Madeira

Entre os vários recursos naturais da Amazônia, a madeira, sem dúvida, é o que tem a maior liquidez, isto é, a madeira deve ser considerada como produto de primeira necessidade; importante quando a gente nasce (berços) e quando a gente morre (urnas funerárias).

Segundo um cenário antigo de Grainger (1987), a situação do setor de madeira tropical seguiria o seguinte rumo: a produção do sudeste asiático alcançaria o seu pico em meados dos anos 90, sendo, a seguir, substituída pela América Latina, especialmente a Amazônia, para suprir os mercados da Europa, Japão e América do Norte. Esse cenário começou a fazer algum sentido ao analisar a dinâmica da exportação de madeira tropical no período 1989-1995, pelos maiores produtores mundiais; o suprimento de madeira pelos países asiáticos vem diminuindo com o passar do tempo, enquanto que cresce a participação do Brasil no mercado internacional.

Além disso, juntando as estimativas de áreas florestais fornecidas pela FAO (Schmidt, 1991) e os níveis médios de produção, obtidos durante o período 1988 – 1995 é razoável prever que os estoques de madeira da Malásia e Indonésia poderão ser exauridos em menos de 10 e 20 anos, respectivamente.

A demanda mundial por madeira tropical é de, aproximadamente, 60 milhões de m³ em toras por ano. Já o estoque de madeira comercial da Amazônia é de, aproximadamente, 4 bilhões de m³. Neste ritmo, ainda nas primeiras décadas do século XXI, a Amazônia passará a figurar na lista dos maiores produtores de madeira dura tropical e, rapidamente, liderá-la. Isso pode ser sentido com a presença de empresários madeireiros da Amazônia, principalmente do sudeste asiático, à procura de terras para comprar na região.

Por causa de sua grande extensão territorial ainda não explorada, atualmente o estado do Amazonas é o mais visado pelos empresários madeireiros, não só pelos estrangeiros, como também por brasileiros que começam a abandonar outras regiões da Amazônia, especialmente do sul do Pará.

Biodiversidade

A biodiversidade da Amazônia é produto de um processo evolutivo de milhões de anos. Sobre o valor da biodiversidade, aparentemente, ninguém tem dúvidas. Difícil e caro é transformar a biodiversidade em recurso (produto) natural. Quando se fala da fantástica biodiversidade da Amazônia, imediatamente vem à cabeça de qualquer brasileiro, a simples transformação da mesma em remédios para todos os males. Nos EUA, por exemplo, 25% das receitas médicas são de remédios derivados de plantas tropicais, num mercado de, aproximadamente, US\$ 8 bilhões por ano.

Segundo Macilwain (1998), grosso modo, 100 amostras em 100 mil apresentam alguma atividade promissora; 10 dessas 100 amostras promissoras podem chegar aos testes clínicos e apenas 1 dessas 10 pode chegar ao mercado. Esse autor estima que apenas uma amostra em 250.000 produzirá uma droga comercial. Segundo uma companhia química, consultada pelo autor, uma amostra tem que ter pelo menos 1 kg e pode custar US\$ 500 para coletar, transportar e armazenar. Outra possibilidade de uso da biodiversidade, igualmente cara, é a utilização da informação genética tanto para a medicina como para a biotecnologia agrícola. A copaíba, por exemplo, para alcançar a condição de droga comercial, haveria necessidade de um investimento líquido (sem pessoal e infra-estrutura laboratorial) de, aproximadamente, US\$ 125 milhões.

Mesmo com poucos recursos, o Brasil não tem outra saída a não ser proteger a biodiversidade. Enquanto aguarda recursos financeiros para investir em bioprospecções, a pesquisa científica brasileira deveria tentar entender o que a evolução natureza tem produzido ao longo dos anos. Há necessidade de priorizar o entendimento da biodiversidade como modelos genéticos para inovações tecnológicas em química, farmacologia, medicina e agricultura.

A diversidade biológica pode ser dividida em vegetal e animal. Além dos produtos naturais temos na Amazônia uma grande diversidade animal. A tabela 6 apresenta a diversidade de alguns grupos importantes (mamíferos, pássaros, répteis, anfíbios e borboletas) principalmente do mundo tropical. É importante ressaltar que a biodiversidade não se encerra com esses grupos; a maior diversidade se encontra entre os microorganismos e, para esses, não há ainda estatísticas confiáveis.

Tabela 6: Países com as maiores diversidades (número de espécies)

PAÍSES	QUANTIDADE				
	ANFÍBIOS	BORBOLETAS	MAMÍFEROS	PÁSSAROS	RÉPTEIS
Austrália	-	-	-	-	686
Birmânia	-	68	-	-	-
Bolívia	-	-	-	1250	-
Brasil	516	74	428	1622	467
China	265	104	394	1195	-
Colômbia	407	59	359	1721	383
Equador	358	64	-	1447	345
EUA	216	-	-	-	-
Índia	-	77	350	1200	453
Indonésia	270	121	515	1519	600
Malásia	-	56	-	1200	294
México	282	52	449	-	717
Peru	251	59	361	1703	297
Tailândia	-	-	-	-	282
Tanzânia	-	-	310	-	-
Uganda	-	-	311	-	-
Venezuela	197	-	-	1275	-
Zaire	216	-	409	-	-

Fonte: TCA (1992)

A manutenção das florestas passa obrigatoriamente pela manutenção da biodiversidade.

Mas o que é biodiversidade?

Biodiversidade é definida como conjunto de todas as espécies da fauna e da flora, incluindo os microrganismos e também as suas constituições genéticas e os ecossistemas dos quais fazem parte.

Os níveis de estudo em diversidade genética vão de genes (menos complexos) até biomas (mais complexos). Entre esses níveis temos ainda, em ordem de complexidade: espécies, populações, comunidades e ecossistemas. Temos ainda outras definições, como: (1) variedade genética que é a soma da informação genética contida no DNA, seja das plantas, dos animais e microorganismos; (2) diversidade de espécies, que são as inúmeras espécies que ocorrem nos diferentes ecossistemas e (3) comunidades bióticas e seus respectivos processos ecológicos.

O Brasil é considerado o país da megabiodiversidade e a floresta amazônica é considerada um dos ecossistemas de maior diversidade biológica do planeta.

Estimativas demonstram que a Amazônia possui cerca de 10 milhões de espécies diferentes, entretanto, menos de 10% dessa biodiversidade foi estudada e menos de 1% é utilizada como matéria-prima.

Nas últimas décadas houve um crescente interesse nos assuntos que envolvem a biodiversidade. De um lado, discute-se sobre os fatores que põem em risco a conservação e o declínio dos recursos florestais em consequência da super-exploração dos mesmos. As abordagens têm sido feitas em um contexto planetário, porque as consequências de sua destruição refletem em toda a biosfera, ou seja, as atividades humanas afetam todas as regiões do planeta e os problemas causados pela destruição das florestas se interrelacionam com as mudanças climáticas globais.

O outro lado da questão reconhece que a biodiversidade existente não só na Amazônia, mas nos ecossistemas brasileiros como um



Figura 1: Pesquisador do INPA mostrando a folha da espécie *Coccoloba* sp.
Fonte: Arquivos INPA

todo, contém um verdadeiro tesouro biológico que pode ser aproveitado como matéria-prima (genes ou compostos moleculares) para a indústria farmacêutica, agronegócios, química industrial, cosmética, medicina botânica e horticultura. É a recém-chamada *bioeconomia*.

As alterações no clima, por sua vez, influenciam as condições físicas e a estrutura de um determinado habitat, que são importantes para a manutenção de populações. Quando isso acontece, muitas espécies podem ser levadas à extinção, principalmente, quando se trata de espécies endêmicas, ou seja, são exclusivas de determinado ambiente (Figura 1). Um exemplo disso é a espécie *Coccoloba* sp. As folhas da espécie *Coccoloba* sp. podem medir até 2,5 m de comprimento por 1,4 m de largura. Ela é uma espécie endêmica, pois só ocorre na floresta amazônica brasileira. Antes mesmo da expansão da bioeconomia, a constante apropriação dos recursos naturais, por meio da bioprospecção não regulamentada e não autorizada, cultivou a utilização livre de matéria-prima para fins industriais, abrindo espaço para a biopirataria.



Figura 2: Extração do látex da seringueira
Fonte: Arquivos LMF/INPA

Resta ainda outra questão, que é igualmente importante, que é uso dos recursos naturais pelas populações tradicionais como: ribeirinhos, indígenas e seringueiros (Figura 2). As populações tradicionais adquiriram ao longo de sua existência conhecimentos da fauna e flora e como utilizá-las para sua sobrevivência, quer seja como alimentos ou como remédios, além de outras formas de uso como construção de casas, canoas e utensílios domésticos (Figura 3).

O conhecimento tradicional tem grande importância para a bioindústria, pois fornece indicativos de sua utilidade para cientistas e empresas, que os transformam em produtos que geram benefícios e bem-estar à sociedade. Tudo isso sem perder de vista que o processo de transformação do conhecimento em patente de um produto é longo e caro.

De qualquer modo, se o material genético tem valor e os conhecimentos tradicionais também têm o seu valor, muitos outros questionamentos emergem, tais como:

Quanto vale este conhecimento e a quem pagar?
A quem de fato pertence tal conhecimento?



Figura 3: Uso da biodiversidade para a produção de artesanato
Fonte: Arquivos LMF/INPA

Em virtude da diversificação do uso da biodiversidade, proporcionada pela biotecnologia, ainda é incerto que papel representará no futuro, as espécies que ainda não são utilizadas pelo homem. Isso já seria razão suficiente para a conservação e preservação da biodiversidade. Estas são questões que ainda devem ser resolvidas, mas devemos estar alertas para permitir que todo este patrimônio seja protegido e usado de forma permanente.

Apesar de ter ratificado a sua participação na Convenção sobre Diversidade Biológica e aprovada pelo Decreto Legislativo N° 2, de 1994, o Brasil ainda não o regulamentou devidamente. Contudo, aos poucos essa preocupação vai sendo incorporada à legislação e às políticas públicas de meio ambiente. A falta de legislação mais específica gera debates em relação ao uso e conservação dos produtos provenientes da fauna e flora, mas ainda permanece uma questão muito maior que é a falta de acesso a informações sobre a melhor forma de uso da biodiversidade, principalmente, pela população amazônica.

Recursos Minerais e Energéticos da Amazônia Brasileira

Alguns minérios importantes e recursos energéticos são apresentados na tabela 7. Ao contrário de projetos agropecuários, os projetos de mineração geralmente não cobrem grandes extensões de área, mas, em compensação, o impacto é muito maior. Alguns impactos são diretos, enquanto que outros são indiretos e, às vezes fora do controle do estado (garimpo de pedras preciosas, por exemplo).

Tabela 7: Alguns minerais e recursos energéticos da Amazônia Brasileira

MINÉRIO	LOCALIZAÇÃO	RESERVA (PRODUÇÃO)
Sal-Gema	Manaus e Santarém	Não determinada
Gipsita	Altamira	1 bi toneladas (t)
	Itaitúba	1,3 bi t
Bauxita	Xingu e Manaus	4 bi t
	Paragominas	1 bi t
Caolim	Manaus	500 mi t
	Rio Jari (Amapá)	365 mi t
Ferro	Jatapu	80 mi t
	Amapá	100 mi t
	Carajás	19 bi t
	Xingu	100 mi t
Lignita	Rio Javari	Não determinada
Manganês	Serra do Navio	50 mi t
	Carajás	60 mi t
Cobre	Carajás	1 bi t
Níquel	Carajás	120 mi t
Diamante	Marabá	Não determinada
Zinco	Rio Madeira (RO)	100 mil t
Cassiterita	Presidente Figueiredo (AM) e Javari (RO)	Não determinada
Gás natural	Urucu (AM) e Pirapema (AP)	1,3 bi t
Petróleo	Urucu (AM)	6 bi t
Nióbio	-	81 mi t
Cálcio	-	950 mi t
Potássio	-	335 mi t

Fonte: TCA (1992)

Recursos Pesqueiros

Segundo Pereira Filho (1991) a ictiofauna de águas doce mais rica do mundo se encontra na Amazônia, com mais de 1300 espécies já descritas. Apesar da grande diversidade da ictiofauna e de sua importância como fonte de alimentos, ainda são poucas espécies comercializadas.

No Amazonas, por exemplo, apenas 36 espécies apresentam algum interesse econômico e, dessas, apenas 13 apresentam produção em escala comercial. No Amazonas, as principais espécies comercializadas são: tambaqui, jaraqui, curimatã, pirarucu, tucunaré, sardinha e pacu. Os peixes ornamentais têm também grande importância econômica para a região. O Amazonas é responsável por 90% da exportação de peixes ornamentais da região. Os peixes mais explorados são: cardinal e disco.

E mais recente, criou-se a indústria do “bacalhau da Amazônia” em Amanã - AM. Essa indústria é resultado do processamento do pirarucu, o maior peixe da Amazônia e um dos mais apreciados na culinária local, proveniente de área manejada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

Recursos Não Madeireiros

Na Amazônia existem vários recursos não madeireiros valiosos como: óleos de copaíba e de andiroba, linalol do pau-rosa, castanha-do-pará, borracha, vários cipós usados em artesanatos e em chás, orquídeas e bromélias, taninos, corantes, frutos variados. Como é tão caro para obter esses produtos, se os mesmos têm contribuições insignificantes ao produto interno bruto (PIB) da região?

O látex da seringueira (*Hevea brasiliensis*) utilizado para a produção da borracha é o produto não madeireiro mais expressivo e significativo em termos econômicos e sociais para a Amazônia. Em termos econômicos, o “Ciclo da Borracha”, desencadeou o desenvolvimento na região com os avanços da indústria automobilística que, com suas técnicas, aprimorou esse produto, antes já utilizado para outras finalidades, conferindo alta resistência ao material para utilizar na fabricação de pneus para carros e, posteriormente, alargou o uso desse produto para outros setores. Em termos sociais, com a expansão da produção da borracha e mão-de-obra insuficiente na região, surgiu a necessidade de contratar pessoal de outras partes do país, principalmente, da região Nordeste em virtude da alta demanda de produção.

O látex é um exemplo da riqueza e potencialidade que esses produtos florestais não madeireiros podem oferecer e de como um simples produto fez parte e contribuiu tão expressivamente para a história dessa região. Outros recursos também começam a ganhar espaço, como palmeiras e sementes, ou o óleo da palmeira babaçu, em estudo a fim de testar a sua eficácia na produção e utilização como biocombustíveis⁶. Mas nem sempre essas potencialidades são conhecidas, reconhecidas e exploradas.

Para pensar e pesquisar

Quais produtos potenciais, que ainda não foram devidamente valorizados?
A nossa região possui?

Serviços Ambientais

Os principais serviços ambientais da floresta amazônica são:

- Abrigo às outras formas de vida;
- Regulação de cheias e enchentes;
- Controle da erosão do solo;
- Proteção de bacias hidrográficas e áreas de coleta d'água;
- Recargas dos aquíferos subterrâneos;
- Conservação dos recursos genéticos e da biodiversidade;
- Oportunidades recreacionais;
- Valores estéticos.

Infelizmente, estes serviços só são percebidos quando são perdidos ou quando se fala de custos de recuperação de áreas degradadas, de despoluição de rios e igarapés, de um eletrodoméstico perdido durante uma enchente etc. Geralmente, a população local nem chega a perceber os benefícios efêmeros de alguns projetos de desenvolvimento.

6 Biocombustível: Produto combustível biodegradável e renovável, obtido especialmente a partir de óleos vegetais ou de resíduos. (Dicionário Priberam da Língua Portuguesa).

No caso do ouro da Serra Pelada, por exemplo: o que ficou para a população? Provavelmente mais doenças, ruptura das tradições locais, degradação ambiental etc. O que dizer dos mais de 70 milhões de hectares desmatados em toda a Amazônia? Aumentou a renda per capita dos estados campeões de desmatamento, como Pará e Rondônia? Certamente, não. Por enquanto, não há um plano concreto para recuperação de áreas degradadas e, por esta razão, não há uma noção exata de quanto custará a recuperação.

A Amazônia, especialmente, o estado do Amazonas precisa ter sabedoria para propor medidas de manutenção dos serviços ambientais, enquanto há fartura. Os argumentos mais importantes são os exemplos de países desenvolvidos e, mesmo no Brasil, os estados mais industrializados, que gastaram verdadeiras fortunas para recuperar áreas degradadas e despoluir rios e igarapés.

Paisagem e Turismo

Ao contrário de outros recursos, outra potencialidade dos serviços ambientais na região amazônica contempla a exploração da paisagem e turismo e requer baixos investimentos em infra-estrutura. Tanto os amazonenses, quanto os brasileiros de outras regiões e os estrangeiros estão interessados em ver a natureza como ela é. Esse tipo de visitante não está interessado em “shopping” e outros luxos do mundo globalizado. Para ver animais exóticos, esse tipo de turista vai ao zoológico ou, no caso dos mais abastados, participam de safári na África.

No Amazonas, há várias expedições de turistas que passam poucos dias na cidade de Manaus para ver o Teatro Amazonas e outros patrimônios do centro histórico como o Mercado Adolpho Lisboa. A maior parte do tempo, estes turistas passam no interior, pescando e contemplando a natureza – há grupos de turistas que aproveitam a viagem para executar algum tipo de trabalho social com os ribeirinhos. A pesca esportiva no Amazonas tem crescido significativamente, mas a organização é, normalmente, feita fora do país. Esse tipo de turismo não está preocupado com infraestrutura sofisticada; bastam barcos limpos e

gente educada para acompanhamento, considerando que o Aeroporto Eduardo Gomes é suficiente para o desembarque e os satélites sofisticados garantem a comunicação necessária.

O comércio de qualquer produto é, invariavelmente, feito à base de trocas, ou seja, é uma estrada de mão dupla; uma pista para levar os nossos produtos e outra para trazer alguma coisa produzida em outra região (para minimizar e racionalizar o custo do transporte). No caso do turismo, não há essa troca; o mesmo turista vem e volta sem colocar em risco os estoques de nossos recursos naturais. Talvez o turismo seja a atividade com maior chance de ser sustentável na região porque requer o desenvolvimento de outros setores para que o mesmo prospere.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em <www.ana.gov.br/hibam>: acesso em 17/08/2011.

Braga, P. I. S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipo de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta Amazônica. *Supl. Acta Amazonica*, 9(4): 53-80.

Grainger, A. 1987. Tropform: A Model of Future Tropical Timber Hardwood Supplies. Em: *Cintrafor Symposium in Forest Sector and Trade Models*. University of Washington, Seattle.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2010. Disponível em <www.ibge.gov.br>: acesso em 16/12/2011.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2007. Disponível em <www.inpe.br>: acesso em 20/04/2007.

Macilwain, C. 1998. When Rhetoric Hits Reality in Debate on Bio-prospecting. *Nature* 392:535-540.

Pereira Filho, M.; Guimarães, S.F.; Storti Filho, A.; Graef, E. W. 1991. Piscicultura na Amazônia Brasileira: Entraves ao seu Desenvolvimento. Em: *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. Editado por A. L. Val, R. Figliuolo e E. Feldberg. Pp. 373-380.

Povos da Amazônia. Disponível em <www.povosdamazonia.am.gov.br>: acesso em 16/08/2011.

Schmidt, R.C. 1991. Tropical Rainforest Management: a Status Report. Em: *Rainforest Regeneration and Management*. A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore e M. Hadley (editores). UNESCO, Vol. 6. pp 181-203.

TCA (Tratado de Cooperação Amazônica). 1992. *Amazonia Without Mi-ths*. Commission on Development and Environment for Amazônia. Quito - Equador, p. 99.

Wikipédia a enciclopédia livre. Disponível em <www.wikipedia.org>: Anexo: Lista dos rios mais extensos do mundo. Acesso em 25/08/2011.



Foto: Arquivos LMF/INPA

A floresta desempenha papel importante no funcionamento e na manutenção dos ecossistemas. Talvez, o seu principal papel seja o de proteger todas as outras formas de vida.

Floresta Amazônica: conceitos fundamentais

CAP02

Cacilda Adélia Sampaio de SOUZA
Roseana Pereira da SILVA
Priscila Castro de BARROS
Flavia Machado DURGANTE
Márcio Rogério Mota AMARAL
Neila M. Cavalcante da SILVA
Joaquim dos SANTOS
Niro HIGUCHI

Introdução

Para melhor entender a floresta amazônica considerando as suas múltiplas dimensões e o seu papel no funcionamento dos seus ecossistemas, alguns conceitos fundamentais precisam ser revisados. As relações entre a floresta amazônica, solo, água e clima serão tratadas em capítulos específicos deste livro. Neste capítulo serão trabalhados os conceitos gerais de biosfera, bioma e ecossistema – com ênfase apenas no **Epinociclo**, que é o biociclo terrestre – até alcançar a escala de árvore da região amazônica. As diferentes ecorregiões do Brasil e da Amazônia e os diferentes tipos florestais também serão apresentados neste capítulo.

BIOSFERA, BIOMA E ECOSISTEMA

Biosfera e biociclo

A Biosfera compõe o sistema climático do Planeta Terra, juntamente com a Hidrosfera, Litosfera, Criosfera e Atmosfera. A Biosfera é conjunto dos seres vivos do Planeta Terra e seus habitats. Esta se estende desde os picos das mais altas montanhas até as profundezas das fossas abissais marinhas (Figura 1). É composta basicamente de três ambientes: o marinho, o dulcícola (de águas doces) e o terrestre, que são biociclos denominados de Talassociclo, Limnociclo e Epinociclo, respectivamente.

Os biociclos por sua vez são divididos em biócoros. O biociclo **Epinociclo** apresenta quatro biócoros distintos: Biócoro floresta, biócoro savana, biócoro campo e biócoro deserto. Cada biociclo é um sistema em

equilíbrio caracterizado por grandes áreas ou regiões que contêm uma série de elementos com particularidades próprias, como por exemplo, clima, solo, vegetação e relevo.

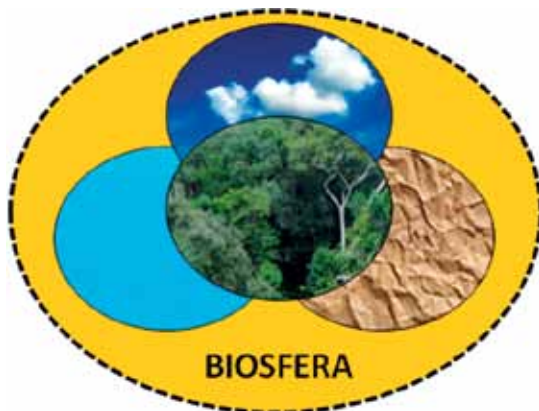


Figura 1: Esquema representativo da Biosfera e seus componentes

A representação dos níveis de organização da Biosfera pode ser resumida na seguinte sequência: biosfera > biociclo > bioma > ecossistema > população > indivíduo (Figura 2).



Figura 2: Níveis de organização da Biosfera

Palavras que contêm o prefixo grego **bios = bio** são utilizadas para denominar vida e **sfaira = esfera** para denominar esfera, camada ou espaço; portanto, a biosfera é o espaço que possui vida no Planeta Terra, nos ambientes terrestres, marinhos e dulcícolas.

Bioma

A palavra **bioma** (de **bios** = vida e **oma** = grupo ou massa) é uma unidade biológica ou espaço geográfico caracterizado de acordo com o macro clima, a fitofisionomia (aspecto da vegetação de um lugar), o solo e a altitude, ou seja, “comunidade de plantas e animais, geralmente de uma mesma formação”. É comum a confusão do termo bioma com o termo biota. Porém, **biota designa a parte viva** de um ecossistema. Não considerando, portanto, características como o clima que fazem parte de uma classificação mais abrangente (bioma).

Os biomas terrestres são constituídos por basicamente três grupos de seres: os produtores (vegetais), os consumidores (animais) e os decompositores (fungos e bactérias). Em geral, são citados 11 tipos de biomas diferentes que costumam variar de acordo com a faixa climática. Os biomas são: florestas tropicais úmidas, tundras, desertos árticos, florestas pluviais, subtropicais ou temperadas, bioma mediterrâneo, prados tropicais ou savanas, florestas temperadas de coníferas, desertos quentes, prados temperados, florestas tropicais secas e desertos frios. Os biomas brasileiros são: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal.

Cada área ou região que compõe os biociclos é chamada de **Bioma**. As regiões onde dois biomas se encontram ou apresentam gradação mútua são denominados **Ecótonos**. As diversas espécies que vivem em uma mesma região constituem uma comunidade biológica, também chamada **Biota** ou **Biocenose**. A biocenose de uma floresta, por exemplo, compõem-se de populações de arbustos, árvores, pássaros, formigas, microorganismos entre outras, que convivem e inter-relacionam. A Figura 3 ilustra os biomas brasileiros.

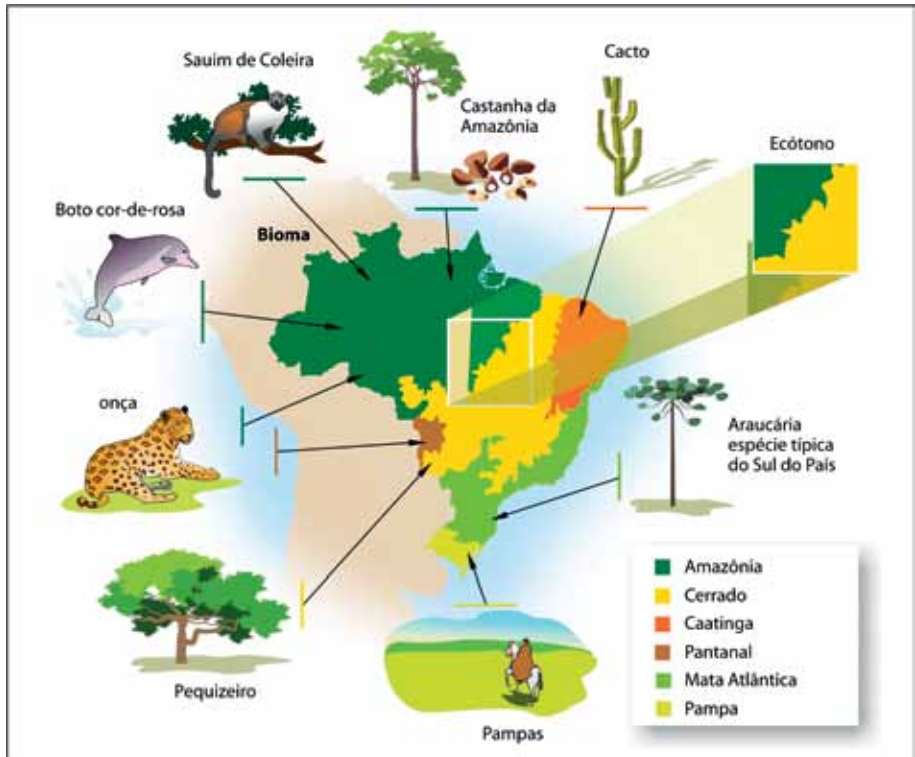


Figura 3: Esquema ilustrativo demonstrando os biomas brasileiros, ecótono e biota

Para viver, a biocenose depende de componentes físicos e químicos do ambiente. Esses componentes formam o **Biótopo** (**bios** = vida e **topos** = lugar) que significa “o local onde vive a biocenose” (Figura 4). No exemplo da floresta, o biótopo é a área que contém o solo e a atmosfera. Os fatores do biótopo afetam diretamente a biocenose e também são por ela influenciados.



Figura 4: Fatores bióticos e abióticos que compõem a floresta

O Bioma Amazônia cobre uma área de 4.196.943 km² representando 49,29% do território brasileiro. Este bioma é um mosaico de ecossistemas condicionados à grande diversidade de relevo e topografia, índices pluviométricos e umidade. Todo esse conjunto de áreas estrutura os **ecossistemas amazônicos**, que se diferenciam, principalmente pelas características físico-químicas das águas que drenam os rios, os tipos de solos e a vegetação.

Ecossistema

O **ecossistema** é a unidade principal de estudo da ecologia e pode ser definido como um sistema composto pelos seres vivos (meio biótico), o local onde eles vivem (meio abiótico) e todas as relações destes com o meio e entre si. A delimitação de um ecossistema depende de quatro componentes principais: fatores abióticos, que são os componentes básicos do ecossistema; os seres autótrofos, geralmente as plantas verdes, capazes de produzir seu próprio alimento através da síntese de substâncias inorgânicas simples; os consumidores, heterotróficos – que não são capazes de produzir seu próprio alimento, ou seja, os animais que se alimentam das plantas ou de outros animais; e os decompositores, também heterotróficos, mas que se alimentam de matéria morta.

O conjunto formado pelo biótopo e pela biocenose é também chamado de **Ecossistema** (Figura 5). Ecossistema é, portanto, o conjunto de relações entre o meio ambiente, flora e fauna.



Figura 5: Composição do ecossistema

Entre os componentes que formam cada ecossistema amazônico (Figura 6) se processam os fluxos de energia, as cadeias alimentares e a ciclagem de nutrientes, que agem de maneira interdependente e mutualística, garantindo o equilíbrio dinâmico de todo o sistema.



Figura 6: Equilíbrio dinâmico do ecossistema amazônico

O bioma amazônico originou-se de uma falha no escudo Pré-Cambriano, irrigado por uma extensa rede de rios de águas barrenta, preta e cristalina, com diferentes graus de fertilidade. Diferentes tipos de vegetação compõem o mosaico amazônico, tais como: densa de terra firme, várzea, igapó, cerrados ou savanas, campinas, campinaranas, florestas de bambu e outras (Figura 7).

Apesar de existir esta distinção, não há uma barreira visível de onde começa e termina cada um desses ecossistemas; isso acontece gradual e harmonicamente. A vegetação se modifica gradativamente e os animais passam de um lugar para o outro sem necessariamente se fixarem. Porém, sua alimentação e abrigo são específicos de cada lugar.



Figura 7: Tipos de florestas predominantes do bioma Amazônico

População

É o conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive em um território cujos limites são em geral delimitados pelo ecossistema no qual essa população está presente. As populações são entidades reais, cujos atributos distribuição espacial, densidade, estrutura etária, taxas de crescimento (produto líquido entre taxas de natalidade, mortalidade e migração) bem como suas relações de interdependência (simbioses) podem ser estimadas quantitativamente em condições naturais ou experimentais.

Indivíduo

É todo e qualquer organismo vivo, que possui tecidos vivos diferentes e associados na constituição de órgãos funcionais vivos e distintos, dos quais cada um desempenha determinada função no organismo. **A árvore é um indivíduo**, que deve ser considerado como um indivíduo geneticamente diverso em processo de desenvolvimento e mudanças, que responde de várias maneiras, às flutuações do clima e microclima, à incidência de insetos, fungos e outros parasitas, particularmente às mudanças ao redor dela mesma. A árvore é então vista como uma unidade ativa e adaptável e, a floresta, é feita de um vasto número de tais unidades interagindo entre si e com os fatores do solo e do clima.

ECOSSISTEMAS FLORESTAIS

Tipos Florestais da Amazônia

Há uma evidente relação entre tipos florestais e bacias hidrográficas, levando à indicação que a divisão florística da hiléia amazônica é associada aos rios, solos e topografia. As classificações das florestas tendem a ser feitas de acordo com padrões fisionômicos ou da paisagem que são praticamente diferenciados e nomeados pelas populações locais. De acordo com o relevo são reconhecidos dois tipos de floresta: *florestas*

inundáveis (várzea e igapó) e de terra firme. As florestas inundáveis são distinguidas, principalmente, pela coloração da água dos rios ou igarapés (Sioli, 1975). Segundo Junk (1993), as várzeas são inundadas por águas brancas e barrentas (Rios Amazonas, Solimões e Madeira) e os igapós são inundados por águas pretas ou claras (Rios Negro e Tapajós).

Além da variação nas características geográficas, também é possível observar diferença entre as espécies de fauna e flora que povoam essas florestas. Porém, muitos fatores são avaliados na busca de explicar a alta diversidade, como: amenidade do clima, alto grau de especiação em relação à extinção, fortes interações competitivas, diversidade ambiental, frequência da perturbação e herbivoria. Além desses fatores, existem hipóteses que podem explicar a diversidade, tais como: a **isolação genética** dentro de populações que ocorreu no longo período seco no final do Pleistoceno e pós-pleistoceno; e o **processo evolutivo** descrito por três principais categorias: geográficos, interações dentro das próprias comunidades e instabilidade dinâmica.

Florestas de Várzea e Igapó

As florestas de Várzea (Figura 8) dominam a paisagem nas margens dos Rios Solimões, Amazonas e Madeira. Esses rios carregam partículas de material argiloso em suspensão, que confere à água uma coloração pardo-amarelada (Sioli, 1984). A riqueza de espécies não é elevada como na terra-firme, porém contempla elementos florísticos restritos e característicos (Almeida et al., 2004).

Os solos desta tipologia florestal são ácidos com um pH variando entre 4 e 6 e ricos em nutrientes básicos para as plantas (Fajardo et al., 2009). A fertilidade desses solos é renovada com a deposição anual de nutrientes carregados pelas enchentes. Devido ao fluxo sazonal, a várzea é caracterizada como uma área eutrófica (bem nutrida) com relativa produtividade (Haugaaasen e Peres, 2006).



Figura 8: Floresta de várzea
Fonte: Arquivos LMF/INPA

As florestas de **Igapó** (Figura 9) são inundadas periodicamente por águas claras e negras originadas nas terras baixas do Terciário Amazônico. As águas que banham esses ecossistemas possuem menos elementos inorgânicos suspensos e contêm concentrações elevadas de materiais orgânicos dissolvidos, como ácido fúlvico. Isso faz com que o ambiente seja mais ácido e conseqüentemente, pobre em nutrientes. Geralmente possuem solos arenosos e se caracteriza por ser um ambiente **oligotrófico** (mal nutrido), com baixa diversidade de flora e fauna (Haugaasen e Peres, 2006).



Figura 9: Floresta de Igapó
Fonte: Arquivos LMF/INPA

Epífitas

Plantas herbáceas que usam outras plantas para sustentá-las e não têm ligação com o solo.



Figura 10: Epífitas
Fonte: Arquivos LMF/INPA



Figura 11: Raízes aéreas
Fonte: Arquivos LMF/INPA

Sapopemas

Raízes laterais de formas achatadas, situadas na base da árvore; funcionam como estrutura de sustentação.



Figura 12: Sapopemas
Fonte: Arquivos LMF/INPA

Raízes respiratórias ou pneumatóforas

São raízes que se desenvolvem em locais alagadiços adaptadas a solos pobres em oxigênio. Essas raízes partem de outras existentes no solo e crescem verticalmente, emergindo da água; possuem poros que permitem a absorção de oxigênio atmosférico.

As árvores de várzea e igapó são pobres em plantas **epífitas** (Figura 10) e o sub-bosque praticamente inexistente. Para sobreviverem às condições de alagamento, as espécies arbóreas de Várzea e Igapó desenvolveram algumas adaptações morfológicas e fisiológicas. As principais são: a presença de **raízes respiratórias** (Figura 11) e **sapopemas** (Figura 12).

Algumas espécies arbóreas de florestas inundáveis permanecem totalmente submersas durante seis meses ou mais, enquanto que a maior parte permanece com suas copas acima do limite máximo das águas. Existem ainda nesse **habitat**, plantas flutuantes que acompanham o nível das águas, tais como: a vitória-amazônica (*Vitoria amazonica*) também conhecida como vitória-régia (Figura 13) e o aguapé (*Eichornia crassipes*). Dentre a fauna específica destacam-se macacos (que vivem em bandos ou famílias) de diferentes espécies, além da diversidade da avifauna.



Figura 13: Vitória-amazônica
Fonte: Arquivos LMF/INPA

Habitat

Lugar físico onde normalmente se encontram os indivíduos de uma determinada espécie.

Vitória-amazônica

As folhas podem medir até 1,80 m de diâmetro. A flor muda de cor, do branco para o rosa, ficando aberta durante o dia e fechada à noite. São mais visíveis na época das cheias.

As florestas de várzea possuem espécies arbóreas com madeira mais leve que as de terra firme. Nesses ambientes, predominam as espécies de crescimento rápido e com casca lisa. As sementes são geralmente leves e possuem estruturas adaptadas para flutuar, como por exemplo: tecidos esponjosos ou áreas ocas. Em outros casos, é a própria semente que flutua, como é o caso da seringueira (*Hevea brasiliensis*, (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.). Esta espécie, juntamente com outras, como a andiroba (*Carapa guianensis*, Aubl.), a sumaúma (*Ceiba pentandra*, (L.) Gaertn.), o jatobá (*Hymenaea courbaril*, L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.) e o assacu (*Hura crepitans*, L.) possuem alto valor comercial.

Historicamente, a várzea é a mais utilizada pela agricultura, devido à fertilidade dos solos e da facilidade de acesso pelos rios. No estado do Amazonas, a floresta de várzea tem sido a principal fonte de matéria-prima para as indústrias madeireiras. As casas nas margens dos rios são construídas nos locais mais altos, adaptadas para a inundação sazonal dos rios (Figura 14).



Figura 14: Casas construídas em áreas de várzea

Fonte: Arquivos LMF/INPA

Floresta de Terra firme

O termo 'Terra firme' se aplica para todas as florestas que não são, sazonalmente, inundadas. Esta tipologia predomina a paisagem amazônica e é subdividida em: florestas densas, densas com lianas, abertas com bambus, de encosta, campina alta ou campinarana e florestas secas (Braga, 1979). Essas florestas, de acordo com Oliveira e Amaral (2004), são caracterizadas pela alta diversidade de espécies.

As principais características da floresta de terra firme são:

- As árvores emergentes, que chegam a 50 metros ou mais;
- Plantas, geralmente entre 20 m e 35 m, onde as copas das árvores disputam a luz solar;
- O andar arbóreo inferior, entre 5 m e 20 m, com árvores adultas de troncos finos ou espécimes jovens, adaptados à vida na penumbra;
- O sub-bosque, que é formado por cipós que ficam pendentes nas árvores e entrelaçam os diferentes andares; pelas epífitas, como as orquídeas e vegetais inferiores; além dos líquens, fungos e musgos que aumentam sua complexidade.

Terra Firme, Várzea e Igapó

Cada um desses ecossistemas desenvolveu propriedades estruturais e funcionais, que os permitem produzir um máximo de atividade e crescimento biológico com um mínimo de perdas.

Os solos dessas florestas são pobres em nutrientes, contrastando com o porte das árvores. A fonte de nutrientes está relacionada com a ciclagem da matéria orgânica. Essa matéria orgânica, também conhecida como **serapilheira**, é formada por folhas, galhos, frutos e flores que estão em decomposição na superfície do solo (Figura 15). A ciclagem dos nutrientes, antes que os mesmos sejam **lixiviados**, se dá graças à intensa atividade da fauna do solo, combinada com as altas temperaturas no interior da floresta e a absorção das raízes.

Lixiviação

Processo pelo qual os nutrientes do solo são carregados, das camadas superficiais para as mais profundas como também para os rios. Esse processo ocorre devido à ação da água da chuva sobre o solo.



Figura 15: Serapilheira no solo da floresta

Fonte: Arquivos LMF/INPA

As árvores contam ainda com a ajuda de microorganismos presentes no solo, tais como bactérias (rizóbios) e fungos (micorrizas). Por meio de relações **simbióticas** esses organismos promovem a fixação de nutrientes essenciais ao vegetal e recebem em troca açúcares produzidos na fotossíntese, necessários ao desempenho de suas funções vitais (Figura 16).

Simbiose

Do grego *syn*, união e *bios*, vida, é uma associação na qual os participantes mantêm mútua dependência.



Figura 16: Fungos e Líquens no solo e nos troncos

Fonte: Arquivos LMF/INPA

Entre as espécies arbóreas, muitas são consideradas valiosas por sua importância econômica no mercado madeireiro, dentre as quais estão: o jatobá (*Hymenaea courbaril*), pau d'arco ou ipê (*Tabebuia serratifolia*), angelim (*Dinizia excelsa*), o louro (*Ocotea* sp.) e o cedro (*Cedrella odorata*). Na Amazônia, dentre as espécies madeireiras mais valiosas destaca-se o mogno (*Swietenia macrophylla*).

Com outros aproveitamentos, encontram-se as espécies não madeireiras, como por exemplo, as resiníferas como breus (*Protium* sp.), as oleaginosas como a copaíba (*Copaifera multijuga*) e a andiroba (*Carapa guianensis*), as lactíferas como as sorvas (*Couma* sp.) e a seringueira

(*Hevea brasiliensis*), as fibrosas - envireiras (*Guatteria*), as medicinais como amapá doce (*Brosimum lactescens*), as frutíferas como piquiá (*Caryocar villosum*) e bacaba (*Oenocarpus bacaba*).

OS ORGANISMOS VIVOS E TIPOS DE RELAÇÕES ECOLÓGICAS

Nos ecossistemas existe uma alta variedade de espécies. Cada espécie é formada por indivíduos que possuem características genéticas próprias. Estes são capazes de cruzar e gerar descendentes, formando assim novos indivíduos. Somados aos já existentes compõem um conjunto de indivíduos com similaridades e diferenças.

As plantas são produtoras primárias. Elas dominam o fluxo e a ciclagem de energia, água e nutrientes minerais do ecossistema. A estrutura da vegetação determina as características da paisagem nas quais outros organismos vivem e se desenvolvem, incluindo o ser humano.

No âmbito florestal, a preservação significa o equilíbrio entre fatores biológicos, físico-químicos, sociais, econômicos e culturais. Esses fatores garantem o funcionamento entre e dentro dos ecossistemas nos quais está inserida uma grande variedade de espécies. Nenhuma espécie sobrevive isoladamente na natureza; todas as espécies que compõem um ecossistema mantêm relações mais ou menos estreitas de acordo com o grau de afinidade.

Muitas árvores, por exemplo, necessitam dos animais para garantir a perpetuação da espécie, que ocorre por meio da dispersão das sementes. Quando os animais se alimentam das sementes, estas são “tratadas” no aparelho digestivo e assim, ao defecar, acabam fertilizando o solo e possibilitando a germinação.

A fauna da floresta é rica e variada. Muitos animais são **arborícolas**, outros apenas utilizam os galhos para dormir ou espreitar

sua caça. Alguns utilizam as folhas para desovar ou alimentar-se dela. Muitos vivem sobre raízes coletando os frutos que caem no solo ou na água, como é o caso dos peixes. Há, portanto, uma variedade de aspectos interdependentes que proporcionam uma dinâmica própria entre os organismos existentes no ecossistema. A seguir apresentamos uma breve introdução sobre a relação existente entre a flora e fauna na floresta.

Arborícolas

São os animais que vivem nos galhos das árvores, como: preguiças, lagartos, cobras, pererecas, papagaios, araras, morcegos etc.

Nas florestas de terra firme, a diversidade de animais varia de acordo com os estratos da floresta. Nas copas das árvores com altura entre 30 e 50 metros predominam a avifauna (papagaios, tucanos e pica-paus) e os mamíferos (mucuras, macacos e pequenos roedores). No nível intermediário, entre 5 a 20 metros de altura, destacam-se gaviões, corujas e centenas de pequenas aves. No chão da floresta habitam os jabutis, cutias, pacas, antas etc., que se alimentam de frutos caídos das árvores. Esses animais, por sua vez, servem de alimentos para grandes felinos e cobras.

Os animais possuem **nichos** bem diferenciados (Figura 17). O guariba, por exemplo, é uma espécie de macaco, de hábito diurno que se alimenta predominantemente de folhas. Esses têm um papel de destaque como polinizadores e dispersores de sementes, ao lado dos polinizadores clássicos como: abelhas, borboletas e aves.

As aves desempenham papel importante na recomposição de áreas degradadas. O bem-te-vi, por exemplo, circula entre as bordas da mata, pastagem e capoeira, atuando como agente de disseminação de espécies de plantas pioneiras que são espécies que primeiro colonizam determinada área que sofreu algum tipo de distúrbio.



Figura 17: Fauna em seus nichos ecológicos
Fonte: Arquivos LMF/INPA

Nicho ecológico

É o papel “profissão” que o organismo desempenha no ecossistema. O nicho permite reconhecer as relações de como a espécie se alimenta; para quem serve de alimento; onde descansa e como se reproduz.

Ao depositarem sementes em áreas de clareira (Figura 18), as aves contribuem para a progressiva recuperação da cobertura e biomassa vegetal. Com a germinação e crescimento dessas sementes há o sombreamento do solo, que propicia condições para estabelecer espécies exigentes em umidade e sombra. Cada etapa desse processo, também chamado de **sucessão florestal**, é fundamental para a proteção do solo e dos recursos hídricos.



Figura 18: Área de clareira na floresta
Fonte: Arquivos LMF/INPA

As interações entre animais e plantas são essenciais para a existência da floresta. Ambos se beneficiam do ecossistema formado por eles mesmos. Portanto, o equilíbrio da floresta depende dessas relações ecológicas.

Sucessão Florestal

Processo que caracteriza o surgimento e o desenvolvimento de vegetação em uma determinada área alcançando um equilíbrio dinâmico após sucessivas transformações.

Clareira

A abertura na copa das árvores devido à queda natural ou exploração florestal faz com que a luz solar chegue até o chão da floresta proporcionando a germinação de sementes.

DINÂMICA FLORESTAL

O processo da dinâmica florestal está relacionado com as mudanças que ocorrem no interior da floresta. Essas mudanças acontecem tanto no tempo (com o passar dos anos) quanto no espaço (diferentes locais). Reconhecer esses processos permite: interpretar o papel das florestas nas mudanças climáticas, traçar diretrizes para o manejo florestal e auxiliar em processos de conservação da biodiversidade.

Para conhecer a dinâmica florestal é necessária uma série de estudos, dentre os quais:

- Estudo da regeneração natural;
- Estudo de fenologia;
- Conhecimento do padrão de distribuição das principais espécies florestais em uma determinada área;
- Análise do crescimento individual das espécies florestais em relação à variação da topografia e do micro-clima;
- Conhecer as taxas de recrutamento e mortalidade das árvores em floresta explorada e não explorada.

Com o objetivo de avaliar a dinâmica florestal é necessário monitorar a floresta ao longo dos anos. Para isso, alguns procedimentos são realizados como, por exemplo, a instalação de **parcelas permanentes** que coletam informações sobre o nascimento (**taxa de recrutamento**), o crescimento (incremento), a morte (**taxa de mortalidade**), e a espécie que as árvores pertencem.

Parcelas permanentes

São áreas delimitadas, onde todas as árvores a partir de um diâmetro mínimo são mensuradas, marcadas e identificadas. Esses procedimentos permitem reencontrar as mesmas árvores e realizar a mensuração ao longo do tempo.

Taxa de mortalidade

Refere-se à exclusão de uma árvore do sistema de amostragem pela morte do indivíduo. A morte de uma árvore é reconhecida pelas características fenotípicas do indivíduo, como a perda de folhas e ressecamento do material lenhoso. Do ponto de vista fisiológico a morte de uma árvore é dada quando seus processos (respiração, fotossíntese etc.) cessam.

Taxa de recrutamento

Refere-se à inclusão de uma árvore ao sistema de amostragem da floresta (mensuração das árvores dentro de uma determinada área). Quando um indivíduo arbóreo atinge o diâmetro mínimo, este é incluído na parcela permanente, de modo que passa a ser monitorado e contabilizado no cálculo da estimativa de estoque (volume, biomassa ou carbono, por exemplo).

A mortalidade

Em condições naturais, uma árvore pode morrer de “velhice” (quando seu ciclo de vida chega ao fim) ou por eventos externos. Dos eventos externos é possível destacar ataques de fatores bióticos e abióticos:

Fatores bióticos: ocasionados por animais, como: fungos, bactérias, vírus, cupins, formigas etc.

Fatores abióticos: quando a morte é ocasionada por eventos naturais, como: chuvas torrenciais, secas prolongadas, excesso de chuvas, rajadas de ventos fortes, queda de árvore vizinha etc.

Depois que uma árvore morre, o material lenhoso fica mais seco e o indivíduo perde a habilidade de cicatrização e regeneração da sua estrutura, tornando-se mais frágil. Assim, as **características físico-mecânicas** da árvore se comprometem deixando-a suscetível à queda.

Características físico-mecânicas de uma árvore

São as características da madeira que formam os galhos e o tronco.

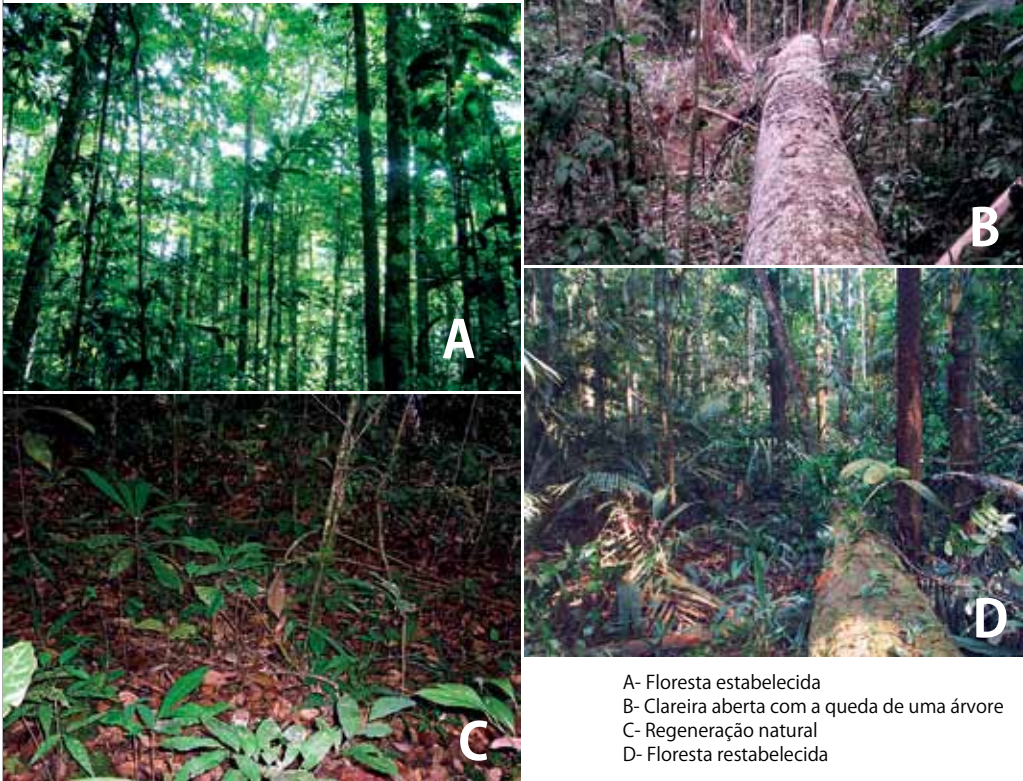
Dentre as características físico-mecânicas pode-se destacar: umidade, densidade, retratibilidade (redução das dimensões pela perda da água), módulo de elasticidade, entre outros.

A árvore ao cair, danifica e derruba outras em seu entorno, o que provoca a abertura de uma clareira na floresta. A dimensão da clareira depende exclusivamente do porte (altura e diâmetro) da primeira árvore a cair, quanto maior o indivíduo arbóreo maior a clareira.

Quando isso ocorre, algumas condições ambientais são modificadas, como:

- Aumento em quantidade e mudança de qualidade de luz;
- Aumento na temperatura do solo;
- Diminuição na umidade relativa e umidade da superfície do solo;
- Mudanças nas propriedades do solo incluindo o aumento no processo de decomposição e disponibilidade de nutrientes.

Quando o solo é exposto, algumas mudas estabelecidas morrem e novas plântulas começam a surgir. Varas e arvoretas são prejudicadas enquanto outras respondem positivamente às mudanças. Dessa forma, as árvores crescem, a floresta é reconstruída, o dossel se fecha novamente, a clareira desaparece, dando continuidade ao ciclo (Figura 19).



A- Floresta estabelecida
B- Clareira aberta com a queda de uma árvore
C- Regeneração natural
D- Floresta restabelecida

Figura 19: Dinâmica de formação e regeneração de clareira
Fonte: Arquivos LMF/INPA

O recrutamento

Não se trata necessariamente do inverso da mortalidade, mas pode-se dizer que o recrutamento é “incentivado” pela mortalidade. Quando uma árvore morre e forma uma clareira, cria-se uma oportunidade para o surgimento e crescimento de novos indivíduos. Muitas vezes esses indivíduos são plântulas que esperam a oportunidade (luminosidade) para se desenvolver e se estabelecer na floresta ou sementes, ainda dormentes, que sob as novas condições, brotam e se desenvolvem.

Entretanto, o recrutamento não é exclusivo em clareiras, ocorre também em ambientes estabelecidos, com o dossel fechado, em meio à floresta primária. Na verdade, o recrutamento e a mortalidade de uma árvore ou qualquer outro indivíduo ao estudar um ecossistema dependem dos parâmetros adotados de quem monitora esse ecossistema. Para os pesquisadores do Laboratório de Manejo Florestal (LMF) do INPA, quando uma árvore atinge um diâmetro de 10 cm, significa que esta árvore passará a fazer parte do banco de dados de monitoramento dos estoques da floresta (volume, biomassa, carbono etc.). Para outros pesquisadores, o simples fato de uma semente brotar e “gerar vida” já significa que o indivíduo faz parte do monitoramento da floresta. O meio ambiente pode ser interpretado de inúmeras maneiras, depende de quem o observa ou qual o objetivo da pesquisa.

Na região de Manaus, o grupo de pesquisas do LMF acompanha uma área de floresta há mais de 20 anos. Dentre inúmeras pesquisas e desafios, há um estudo sobre a dinâmica de uma floresta primária. Para isso, a cada ano, na mesma área todas as árvores maiores de 10 cm de DAP (diâmetro a altura do peito) são monitoradas. Neste caso, a principal condicionante a ser avaliada pelos pesquisadores são as taxas de mortalidade e recrutamento. Durante um período de 4 anos de observações, entre os anos de 1996 e 2000, foi estimado uma taxa de 0,86% e 0,90% de mortalidade e recrutamento, respectivamente. Assim é possível concluir que por mais que a floresta aparente estar “estática”, indivíduos (tanto da flora quanto da fauna) entram e saem desse sistema, constantemente. Ao extrapolar este resultado para a Amazônia brasileira (aproximadamente 250 milhões hectares de florestas semelhantes as da região de Manaus), foi possível dizer que morreu mais de 1 bilhão de árvores por ano ou 40 por segundo.

As taxas de recrutamento e mortalidade são indicadoras para averiguar se as florestas funcionam como sequestradoras ou fontes de gases de efeito estufa. Em estudos de dinâmica de estoques de biomassa e carbono na floresta da região de Manaus, foi constatado que em condições naturais, a floresta se comportou, em um determinado período

de tempo, como um sumidouro de carbono. Isso significa que a floresta sequestrou mais dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera do que emitiu. Esse assunto será abordado com maiores detalhes no capítulo que trata do papel das florestas nas *Mudanças Climáticas*.

Para compreender a dinâmica da floresta é importante conhecer o **comportamento fenológico** das espécies florestais. A fenologia estuda o ritmo das fases biológicas de renovação das folhas, da floração e da frutificação com o intervalo de tempo que esses processos ocorrem. Estas informações são essenciais na determinação de práticas aplicadas ao manejo florestal.

Os estágios fenológicos estão ligados a variações **climáticas** (precipitação, insolação, evaporação, umidade relativa e temperatura) e a fatores **edáficos** (diferentes tipos de solo, variação topográfica, características do relevo e disponibilidade de água e nutrientes para as plantas).

Nas florestas tropicais, as espécies arbóreas geralmente florescem durante o período seco para frutificarem no período chuvoso. Deste modo, supõe-se que condições climáticas excepcionais, como o **El Niño** e outras **mudanças no clima** tendem a influenciar nos estágios fenológico das árvores.

El Niño

Fenômeno que ocorre no Oceano Pacífico Tropical, próximo à costa do Peru, onde há um aquecimento anormal de águas geralmente frias. Este aquecimento provoca mudanças na circulação de grande escala da atmosfera e origina um aumento exagerado da massa de ar quente, que “empurra” a massa de ar frio que vem do sul. As consequências são, em geral, mais chuvas nas regiões sul e sudeste e menos chuvas na região norte.

As características ecológicas de cada espécie influenciam nos processos fenológicos. Por exemplo, há espécies em que a floração ocorre anualmente, a cada *dois* anos, ou plurianuais (irregulares) (Alencar, 1994). Outras espécies florescem e/ou frutificam raramente, como é o caso do tachi (*Tachigali* sp.), que após a floração e frutificação morre. Esta espécie é conhecida como monocárpica por florescer e frutificar apenas uma vez em sua vida.

A diversidade arbórea na região amazônica é elevada. Estima-se que existam mais de 250 espécies arbóreas por hectare (Oliveira e Mori, 1999; Carneiro, 2004; Marra, 2010). As espécies podem ocorrer com abundância ou raramente na floresta e estarem distribuídas de forma aleatória ou agrupadas (Figura 20).

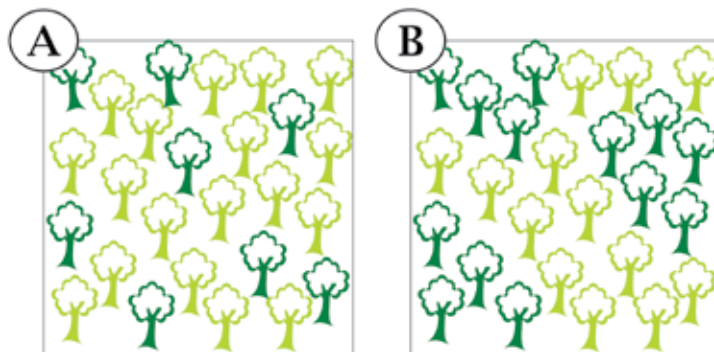


Figura 20: Ilustração da distribuição de uma espécie na floresta de forma aleatória (A) e agrupada (B)
Fonte: Arquivos LMF/INPA

Portanto, conhecer os processos da dinâmica florestal é importante para o entendimento do comportamento da floresta. Assim é possível reconhecer se a floresta capta ou emite carbono ao longo do tempo, quanto tempo será necessário para a floresta repor a biomassa retirada em uma extração madeireira e qual seu poder de resiliência (regeneração). O uso dos recursos está relacionado tanto para fins comerciais, restauração de áreas degradadas quanto para preservação da biodiversidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencar, J. Da C. 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae relacionada com variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica*, Manaus, v 24, n 3/4, p. 161-182.

Almeida, S. S.; Amaral, D. D.; Silva, A. S. L. 2004. Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. *Acta Amazonica*, Manaus, v 34, n 4, p. 513-524.

Braga, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da Floresta Amazônica. *Acta Amazonica*. Supl., Manaus, v. 9, n. 4, p. 53-80.

Carneiro, V.M.C. 2004. Composição florística e análise estrutural da floresta primária de terra firme na bacia do rio Cueiras, Manaus-AM. *Dissertação de mestrado*, Instituto de Pesquisas da Amazônia Universidade Federal do Amazonas. 77p.

Fajardo, J. D. V.; Souza, L. A. G.; Afaia, S. S. 2009. Características químicas de solos de várzeas sob diferentes sistemas de uso de terra, na calha dos rios baixo Solimões e médio Amazonas. *Acta Amazonica*, Manaus, v 39, n 1, p. 25-36.

Haugaasen, T.; Peres, C. A. 2006. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purús region of central Amazônia, Brazil. *Acta Amazonica*, Manaus, v 36, n 4, p. 731-740.

IBAMA, 2011. Mapa das Ecorregioes Brasileiras.
Site: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/ecoregioes.htm> Visitado em: 06/12/2011.

Junk, W.J. 1993. Wetlands of tropical South América. In: Whigham, D.H & Dykyjova, D. (eds.): *Wetlands of the world I*. Kluwer Academic Publishers. p. 679-739.

Marra, D.M. 2010. Sucessão florestal em área atingida por tempestade convectiva na região de Manaus, Amazônia Central. *Dissertação de mestrado*. Instituto de Pesquisas da Amazônia. Manaus.105p.

Oliveira, A. N. e Amaral, I. L. 2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. Manaus, v. 34, n. 1, p. 21-34.

Oliveira A.A. e Mori S.A. 1999. A central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity and Conservation* 8:1219–1244

Sioli, H. 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environments. In: *Tropical ecological systems trends in terrestrial and aquatic research*. (Golley, F.B.& E.Medina, eds.). Springer, Berlin.

Sioli, H. 1984. *The Amazon – Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin – Monographiae Biologicae Volume 56*, Ed. H. J. Dumont. – 762 pp. Dordrecht/Boston/Lancaster: Dr. W. Junk.

Ximenes, A. De C.; Amaral, S.; Valeriano, D. M. 2009. *O Conceito de ecorregião e os métodos utilizados para o seu mapeamento*. INPE e Print. v1 p. 1-14.



Foto: Arquivos LMF/INPA

A floresta é composta de um conjunto de árvores.
A árvore não anda, simplesmente porque não precisa.
O animal se locomove para se alimentar e reproduzir.
A árvore se alimenta (para se desenvolver)
e reproduz sem sair do lugar.

Árvore: crescimento, desenvolvimento e identificação

Roseana Pereira da SILVA
Cacilda Adélia Sampaio de SOUZA
Márcio Rogério Mota AMARAL
Vilany Matilla Colares CARNEIRO
Priscila Castro de BARROS
Daniel Magnabosco MARRA
Joaquim dos SANTOS
Niro HIGUCHI

Introdução

A floresta é composta de um conjunto de árvores que interagem entre si, com a fauna e com os fatores do solo e do clima. O grande desafio é entender a árvore como um indivíduo geneticamente diverso em processo de desenvolvimento e mudanças. A principal semelhança com o ser humano é o fato de a árvore também seguir a seguinte sequência: nascer, crescer & desenvolver e morrer. No entanto, os processos envolvidos nesta sequência são bem diferentes. Talvez, a fase que mais se assemelha com a dos humanos seja a morte. Ao contrário do ser humano, o sistema de reprodução das árvores é variado. Como produtor primário, os processos de crescimento e desenvolvimento das árvores são distintos. Além disso, a diversidade no nível de espécies é muito grande podendo ser encontrado num único hectare mais de 200 espécies diferentes de árvores.

Neste capítulo a ênfase será dada às interações das árvores com fatores bióticos e abióticos, ao crescimento e desenvolvimento das árvores e à identificação das árvores. Serão apresentadas algumas experiências do laboratório de manejo florestal (LMF) do INPA em estudos de crescimento individual de árvores. Da mesma forma serão apresentadas as técnicas utilizadas pelo LMF para coleta de material botânico necessário para a identificação da árvore.

A ÁRVORE

A **árvore** é um ser vivo que pode apresentar tamanhos variados e que na fase madura (adulto) apresenta tecido lenhoso. As árvores têm ramos secundários, o que as distingue das palmeiras. Entre outros atributos, as árvores se caracterizam por ter raiz pivotante (que possui um ramo principal de onde saem raízes laterais), caule lenhoso do tipo tronco, que forma ramos bem acima do nível do solo. Os arbustos, além do menor porte, podem exibir ramos desde junto ao solo.

Ao contrário do animal, a árvore não anda, simplesmente porque ela não precisa. O animal se locomove principalmente para se alimentar e reproduzir. A árvore se alimenta e reproduz sem sair do lugar. Mesmo assim, a árvore não pode ser vista como um organismo estático, imóvel em um determinado ponto no tempo e no espaço. A árvore responde de várias maneiras às flutuações do clima e microclima, à incidência de insetos, fungos e outros parasitas, particularmente às mudanças ao redor dela mesma. A árvore deve ser, então, vista como uma unidade ativa e adaptável.

Biologia reprodutiva das árvores e Fenologia

Os vegetais mais evoluídos são as Gimnospermas (coníferas, principalmente) e as Angiospermas (folhosas como as árvores da Amazônia). O principal órgão reprodutor dessas plantas é a flor. Ao contrário da flor das Angiospermas, a das Gimnospermas não é completa porque não possui sépalas e pétalas, ou seja, não forma frutos. As flores podem ser: monoclinas, unissexuais ou diclinas. As flores monoclinas são típicas de planta **hermafrodita**. As unissexuais estão relacionadas com a planta **monoica** e as diclinas com a planta **dioica**. Quando há flores monoclinas e diclinas no mesmo indivíduo, a planta é conhecida como **polígama**.

A polinização das árvores da Amazônia pode acontecer com a ajuda de abelhas, vespas, mariposas, borboletas, moscas, morcegos e pás-

saros. As árvores utilizam-se ainda da estratégia de dispersão de frutos e sementes para perpetuar a espécie. Os principais agentes dispersores são: água (hidrocoria), vento (anemocoria) e animais (zoocoria). Os dois casos anteriores se referem à reprodução sexuada. Há também a **reprodução assexuada ou vegetativa**, que não envolve trocas de gametas entre os indivíduos e os organismos formados são geneticamente idênticos ao organismo que os gerou. As mudas das duas principais espécies plantadas no Brasil, *Pinus* e *Eucalyptus*, são produzidas a partir de reprodução sexuada (sementes) e assexuada (cultura de tecidos, principalmente), respectivamente.

Fenologia é o estudo do calendário da floração e da frutificação das árvores de acordo com as variações de tempo. A maioria dos estudos de fenologia de espécies florestais da Amazônia considera também como fenofases a queda de folhas e o surgimento de folhas novas. Os períodos das fenofases da maioria das árvores da Amazônia são bem irregulares. O INPA realiza estudos de fenologia desde 1962 sobre, aproximadamente, 150 espécies florestais e, até hoje, não tem um calendário completo da floração e frutificação de todas as espécies monitoradas. Há uma espécie arbórea na Amazônia que é *monocárpica*, que floresce e frutifica uma única vez e morre em seguida - tachi (*Tachigali myrmecophila* (Ducke) Ducke).

O ambiente da árvore não consiste apenas de fatores abióticos determinados pelos fatores climáticos e de solos, de forma isolada e desarticulada. Esses fatores são filtrados pela vegetação circundante composta de um mosaico de fragmentos (manchas) de floresta jovem, em desenvolvimento, madura e em decomposição. E, dentro de uma particular mancha, os nutrientes e a energia são filtrados novamente por vários organismos antes de alcançar a árvore. Entre os principais fatores abióticos, as flutuações do clima e microclima são críticas para o desenvolvimento da árvore. Estes fatores traduzidos em disponibilidade da água, qualidade do ar e variações de temperatura interferem não apenas em um indivíduo arbóreo isoladamente, mas em toda a floresta.



Clima

É definido como o “tempo médio” ou, mais rigorosamente, como a estatística descritiva do tempo em termos da média e da variabilidade de relevantes quantidades em períodos de várias décadas (tipicamente três décadas como definido pela Organização Mundial de Meteorologia). Estas quantidades são mais frequentemente variáveis como temperatura, precipitação e vento, mas num sentido mais amplo, o “clima” é a descrição do estado do sistema climático.

Microclima

Conjunto de fatores ambientais que são quantificados em uma área específica como, por exemplo, um pequeno fragmento de floresta.

Figura 1: As espécies arbóreas mostram a sua exuberância em cada indivíduo que cresce na floresta

Fonte: LMF/INPA

Os fatores bióticos correspondem a todos os indivíduos que mantêm relações em uma determinada área. Em uma única árvore, por exemplo, é possível encontrar um grande número de trepadeiras e epífitas (orquídeas e bromélias), além de musgos e líquens que se estabelecem nos galhos e no tronco. Somado a estes organismos, existe uma grande diversidade de micro-organismos no solo e outras espécies de vegetais e animais que vivem acima e abaixo do solo e que interagem com este mesmo indivíduo arbóreo. Essa complexa interação entre todos os componentes do ecossistema proporciona condições para a maior ou menor longevidade de cada organismo.

Crescimento e desenvolvimento:

O **crescimento** é todo aumento em volume que seja irreversível. Quando se fala de plantas é importante lembrar o caráter irreversível, pois muitas das variações de volume dos tecidos podem não ser permanentes. No estado de turgidez do tecido vegetal, as células podem voltar ao volume inicial se houver a perda de água dos vacúolos. O crescimento ocorre com o processo de alongamento e divisão celular simples. Os tecidos da planta que são responsáveis por este crescimento são os meristemas primários ou secundários.

Assim, o crescimento nada mais é que uma sequência de divisões seguidas de alongamento celular causando o aumento de massa e volume dos tecidos em questão.

O crescimento do tronco de uma árvore é uma combinação das atividades dos meristemas (tecidos vegetais) primários e secundários, ao mesmo tempo. Isso acontece em ondas ou “fluxos” durante a estação de crescimento. O meristema primário é responsável pelo alongamento (altura) e, o secundário, pelo crescimento cambial (diâmetro). Essas ondas ou fluxos recorrentes provocam o aumento de brotos terminais que, combinados com as camadas meristemáticas fazem a árvore crescer ano após ano pela adição de camadas sucessivas de xilema e floema (tecidos vasculares das plantas) secundários. Essas camadas vão se acumulando ao longo do tronco, alternando apenas o diâmetro.

Se um prego for colocado na árvore a 1 m do solo, mesmo crescendo 2 m de altura por ano, ao final de 10 anos, o prego permanecerá no mesmo lugar porque os tecidos meristemáticos, responsáveis pelo crescimento das árvores, encontram-se na “ponta” e não na base do caule. É possível que o prego seja “engolido” pelo tronco, devido ao crescimento lateral da árvore que, ao produzir novas células, promove o crescimento em espessura do vegetal.

O **desenvolvimento** é o processo de crescimento adicionando os processos de diferenciação, pois uma planta precisa de diferentes tipos de tecido para manter suas funções. Assim, para o aparecimento de uma nova folha, flor e fruto é necessário que o meristema se diferencie para compor o novo tecido.

Para que ocorra o desenvolvimento é necessário o funcionamento de todo o metabolismo da planta, principalmente fotossíntese e respiração, que são os eixos centrais do metabolismo.

Em regiões de clima temperado onde as 4 estações do ano são distintas (verão, outono, inverno e primavera), as árvores formam **anéis de crescimento** bem nítidos pelo processo de diferenciação celular. Estes anéis de crescimento anual são resultantes de variadas e complexas camadas de crescimento em função de sua constituição genética e principalmente das condições ambientais e sazonalidade da atividade cambial. Após a dormência imposta pelo inverno, o câmbio é reativado para produzir xilema para dentro (cerne) e floema para fora (alburno). Essa reativação pode ser causada pelos hormônios produzidos apicalmente, que se movem de cima para baixo ao longo do tronco. Os novos incrementos anuais de xilema e floema são então, inseridos entre as velhas camadas desses tecidos, provocando o crescimento na espessura do tronco, galhos e raízes pivotantes. A cada ano é acrescido um anel ao tronco, por isso são chamados anéis anuais de crescimento, os quais podem ser utilizados para a determinação da idade das árvores.

Estudos sobre o crescimento individual de árvores da Amazônia

Nas árvores, o crescimento consiste na conversão de substâncias inorgânicas relativamente simples (água, CO_2 e elementos minerais) em quantidades maiores de proteínas e carboidratos (e também gorduras). O consequente aumento do corpo da planta pode ser visto e medido por fora. Entretanto, internamente, o crescimento envolve mais do que a adição de proteínas e carboidratos, mas também processos fisiológicos mais complexos e a diferenciação celular.

Para o engenheiro florestal, desenvolvimento da árvore é o crescimento do corpo da planta que pode ser medido por fora, principalmente, o diâmetro. Segundo Philip (1987), crescimento é o aumento do tamanho que apresentam os organismos; por outro lado, rendimento é a integração do crescimento líquido com o decorrer do tempo. A quantidade de crescimento é determinada por medições em um período inicial relacionado a um dado período final, que se denomina “incremento.” O incremento determina o rendimento e pode ser considerado como a “taxa de acumulação” de um produto. Em um sentido restrito das ciências florestais, é simplesmente a taxa de acumulação de rendimento (Synnott 1978). Em geral, em florestas tropicais, a primeira medição é feita sobre um povoamento já existente e, por esta razão, é possível estimar apenas o incremento periódico anual (IPA), seja em diâmetro ou circunferência, volume e área basal.

O estudo do crescimento individual das árvores é importante tanto para definir estratégias de conservação como de manejo florestal. Em geral, para este tipo de estudo, as medições dos diâmetros são realizadas mensalmente. Por meio deste estudo é possível saber o grau de elasticidade da espécie arbórea estudada; se ela cresce bem ou cresce pouco independentemente das condições ambientais, então, ela é inelástica. Se a árvore tem respostas diferentes em diferentes condições ambientais e de competição, isto significa que ela é elástica. É possível também correlacionar o crescimento e a precipitação. Da mesma maneira, é possível entender as variações do crescimento das árvores crescendo em diferentes condições topográficas e de qualidade do solo.

Em 1999, o LMF do INPA introduziu a banda (ou fita) dendrométrica permanente para monitorar o crescimento individual em diâmetro. Os procedimentos para a construção, instalação e medição da banda dendrométrica são apresentados no box seguinte. Inicialmente foram instaladas 300 bandas em árvores de diferentes espécies sendo 150 em cada transecto da ZF-2. As bandas foram distribuídas ao longo dos transectos de modo a ter árvores com bandas nos platôs, nas encostas e nos baixios. Este método foi uma adaptação de um desenvolvido para florestas temperadas em 1940. As vantagens observadas na utilização de bandas são: (1) facilidade na instalação e leitura; (2) custo baixo e (3) não acarretam danos no caule e no câmbio. A principal desvantagem observada é o fato de que nos primeiros seis meses de observações, as medições em bandas tendem a subestimar o crescimento em diâmetro. Diante disso, somente a partir do sétimo mês após a instalação da banda, as medições são consideradas válidas para o estudo de crescimento individual. As medições são realizadas mensalmente com paquímetro digital, que apresenta precisão de centésimos de milímetro.

PROCEDIMENTOS PARA FABRICAÇÃO, INSTALAÇÃO E MEDIÇÃO DE UMA BANDA DENDROMÉTRICA

Apresentamos abaixo um molde com as referidas medidas que devem ser adotadas para a confecção da banda dendrométrica.

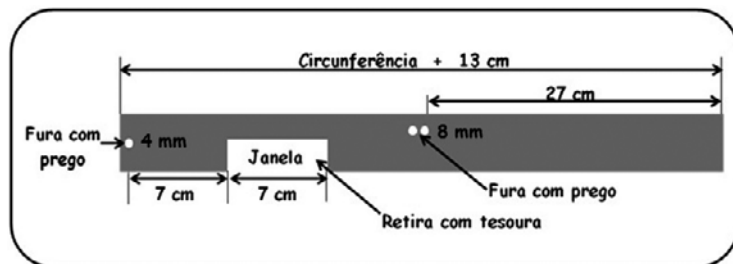


Figura 2: Molde para confecção da banda dendrométrica

- 1 Medir a circunferência da árvore com a fita métrica (fita de costureira);
- 2 Com a medida da circunferência (cm) usa-se um modelo com a forma e as medidas da banda dendrométrica fabricada de forma manual, especialmente para a referida árvore;
- 3 Com base na medida (cm) da circunferência da árvore calcula-se o tamanho da fita metálica que será usada para a confecção da banda dendrométrica, acrescentando mais 13 centímetros;
- 4 A uma distância de 4 milímetros da primeira extremidade fura-se com prego um pequeno orifício no qual possa ser afixada a mola;
- 5 A segunda extremidade também deve ser perfurada com um prego sob leves batidas com um martelo promovendo a abertura de 2 orifícios com 8 milímetros de espaçamento. A distância da extremidade até o segundo orifício deve ser de 27 centímetros;
- 6 Para a “abertura” que deve ser cortada com uma tesoura, mede-se uma distância de 7 centímetros a partir da primeira extremidade. A abertura cortada com a tesoura também tem o tamanho de 7 centímetros;
- 7 A fita metálica deverá ser instalada em volta do tronco a uma altura de, aproximadamente, um metro e trinta centímetros do solo;
- 8 A mola é usada para fazer a conexão entre as duas extremidades, sendo as duas pontas presas nos orifícios perfurados;

- 9 A banda dendrométrica deve ser instalada no tronco “limpo” livre de cipós, cupins e ataque de outros insetos;



- 10 A variação das medidas deve ser tomada com o paquímetro digital exatamente na abertura que foi retirada com a tesoura.



A utilização das bandas dendrométricas é eficaz e produz resultados robustos e confiáveis para entender o crescimento individual da árvore. Os principais resultados do primeiro estudo foram:

- o crescimento individual médio anual foi de 1,6 mm, ou seja, em média uma árvore da floresta primária leva 10 anos para crescer 1,6 cm em diâmetro;
- este crescimento representou uma retirada mensal de 6,6 kg de CO₂ da atmosfera;
- o crescimento mensal apresentou relação direta com a quantidade de chuva do mês, ou seja, os maiores crescimentos ocorrem em meses mais chuvosos.

Este tipo de estudo tem um bom apelo para trabalhar com estudantes dos ensinos médios e fundamental. Por exemplo, no ano de 2012 a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Manaus (SEMMAS) juntamente com a Secretaria Municipal de Educação (SEMED) planejam implementar o Programa Monitoramento de CO₂ na Escola com o apoio técnico do LMF/LAPSEA/INPA.

IDADE DAS ÁRVORES

Os conhecimentos sobre o crescimento e idade das árvores fornecem importantes informações sobre a dinâmica das populações florestais, determinação de perturbações recorrentes em um ecossistema ao longo do tempo e sobre o ciclo do carbono da floresta. Alguns métodos são usados para estimar a idade das árvores, entre os quais podemos citar: datação por radiocarbono (¹⁴C); estimativa usando medidas repetidas do diâmetro; aproximação matemática baseada nas estimativas das taxas de mortalidade, análise de tronco e dendrocronologia (contagem de anéis de crescimento).

O método por contagem de anéis de crescimento é o método mais utilizado para espécies de clima temperado. O clima temperado

apresenta as quatro estações bem definidas e o tamanho das células varia de acordo com as estações. Na primavera e no verão as células são maiores, pois o vegetal está com suas atividades metabólicas em perfeito funcionamento. No outono e no inverno essas atividades metabólicas tendem a diminuir e as células produzidas passam a ser menores. Em muitas espécies, a produção de novas células simplesmente cessa. Essas camadas de células de tamanhos variados que se formam durante um período que envolve as quatro estações é o que forma um anel de crescimento. Por isso, cada anel corresponderá a um ano de vida da planta. Logo, a idade da planta pode ser relacionada ao número de anéis presentes no tronco.



Figura 3: Árvore centenária no Bosque da Ciência no INPA – Tanimbuca (*Buchenavia huberi* Ducke)

Fonte: LMF/INPA

Na Amazônia, a idade das árvores é uma informação muito difícil de ser obtida porque nas regiões de clima tropical, as estações do ano não são bem definidas como nas regiões de clima temperado. Por isso, os anéis formados não são bem definidos e pode haver mais de um anel por ano, o que dificulta a sua contagem e, portanto, a determinação da idade. Por esta razão, o método de contagem dos anéis ou a análise de tronco não é recomendado para as espécies arbóreas da floresta amazônica. Uma alternativa para superar o problema seria o uso da dendrocronologia, uma técnica que incorpora os efeitos das variações climáticas e fenológicas sobre a atividade do câmbio, possibilitando estimar a idade e o incremento das espécies tropicais (Vetter & Wimmer, 1999; Tomazello & Cardoso, 1999).

A datação de indivíduos com radiocarbono esbarra em pelo menos uma condição: a de que o indivíduo não troque carbono com o ambiente, pois a proporção de isótopos de ^{14}C nos vegetais é a mesma da atmosfera. Os vegetais, por meio da fotossíntese, retiram o gás carbônico (CO_2) da atmosfera para a produção de compostos orgânicos.

Se houver troca entre o carbono atmosférico e o vegetal no momento da datação, os resultados obtidos certamente estarão errados. Neste caso, a melhor alternativa é a retirada e análise de amostras (raízes ou tronco) da árvore.

Existem árvores muito antigas na floresta amazônica?

Apesar da dificuldade de se saber com exatidão a idade das árvores, alguns estudos já fazem referência de que na Amazônia existem árvores milenares assim como em outros continentes como a África, a Ásia e a Europa. Uma das árvores mais antigas do mundo é uma conífera de pelo menos, 5.000 anos (possivelmente, 9.000 anos), na Escócia. Outras coníferas antigas são: *Pinus longaeva* de 4.700 anos, na Califórnia; *Sequoiadendron giganteum* de 2.700 anos, também na Califórnia; *Araucaria araucana* de 2.000 anos na Inglaterra; Oliveira (*Olea europaea*) de 2.000 anos, na França e Baobá (*Adansonia digitata*) de 3.000 anos, em Madagascar.

Até meados dos anos 90, a árvore mais velha encontrada na Amazônia era uma castanheira do Brasil (*Bertholletia excelsa*) com 500 anos de idade, no sul do estado do Pará. Em 1998, uma equipe do INPA, em colaboração com a Universidade da Califórnia, descobriu na região de Manaus, 4 espécies florestais (castanha-de-macaco, cumaru, anjelim da mata e maçaranduba) com mais de 1.000 anos de idade. Portanto, podemos afirmar que na Amazônia existem árvores com, pelo menos, 1.480 anos de idade (*Cariniana micrantha* Ducke) com 1.480 anos. Aliás, era, porque a amostra foi coletada em uma serraria, ou seja, esta árvore não existe mais. A datação destas espécies foi realizada com ¹⁴C (carbono-14) e o resultado foi publicado na revista *Nature*.

Certamente, se for colocado mais esforço de coleta e de datação com o radiocarbono, mais espécies milenares serão descobertas em outras partes da Amazônia. De qualquer modo, encontrar uma árvore de 1.480 anos é um sinal importante sobre a formação das florestas na região de Manaus. Isso significa que essas florestas começaram a existir, no mínimo, há 1.500 anos.

IDENTIFICAÇÃO DE ÁRVORES

Diversidade da floresta amazônica

A principal característica da floresta amazônica é sua elevada diversidade florística. A literatura informa que em florestas tropicais existam cerca de 10.000 espécies de plantas, porém ainda há muito que se conhecer sobre essas espécies e suas inter-relações. Muitos lugares são desconhecidos ou nunca foram explorados botanicamente. Isto é causado pela dificuldade de acesso a essas áreas remotas e conseqüentemente de se coletar material botânico.

O estrato superior da floresta amazônica pode alcançar seus 50 metros de altura e diâmetros superiores a 1 metro, porém é representado por árvores isoladas e de poucos indivíduos. *Pouteria*, *Protium*, *Eschweilera*, *Ocotea*, *Swartzia* e *Dinizia* são gêneros responsáveis por mais da metade das espécies que compõe o dossel da floresta (Carneiro, 2004). A distribuição das árvores em classes de diâmetro é em forma de “J” reverso, ou seja, a maioria dos indivíduos encontra-se nas classes diamétricas inferiores e diminui conforme aumenta o diâmetro. Esta distribuição é típica de florestas primárias da Amazônia.

As famílias de plantas mais comuns da Amazônia Central são Fabaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Sapotaceae, Moraceae, Arecaceae, Malvaceae, Humiriaceae, Myristicaceae, Olacaceae, Chrysobalanaceae, Burseraceae, Ebenaceae, Icacinaceae, Vochysiaceae e Annonaceae. Tal floresta apresenta também, diversos gêneros que não ocorrem na Mata Atlântica nem no Planalto Central, como *Hevea*, *Bertholletia*, *Gnetum*, *Theobroma*, *Trichantera*, *Dinizia*, *Erisma*, *Dialypetalanthus*, *Ravenala* e *Swietenia* (Pires-O'Brien & O'Brien, 1995).

Estudo realizado por Carneiro (2004), em 7 hectares de floresta primária na Amazônia Central, encontrou 59 famílias botânicas e as que apresentaram maior número de indivíduos foram: Lecythidaceae com 505 indivíduos, Sapotaceae (498), Arecaceae (343), Euphorbiace-

ae (306), Burseraceae (291), Chrysobalanaceae (258), Fabaceae (255), Caesalpiniaceae (240), Lauraceae (136), Mimosaceae (134), Myristicaceae (126), Annonaceae e Moraceae (114) cada uma, Bombacaceae (108), atualmente classificada como Malvaceae e Humiriaceae (70), somando 80,1% do total de indivíduos amostrados. As 43 famílias restantes contribuíram com 19,9% dos indivíduos, sendo que as famílias Erythroxylaceae, Hugoniaceae, Myrsinaceae, Opiliaceae e Rutaceae, contribuíram com 1 indivíduo cada uma.

Entre as espécies arbóreas estima-se que somente na região amazônica existem cerca de 4.000 espécies de árvores e muitas são consideradas valiosas por sua importância econômica no mercado madeireiro. Dentre essas espécies estão: o angelim (*Dinizia excelsa*), o louro (*Ocotea* sp.) e o cedro (*Cedrella odorata*) no Estado do Amazonas.

Dendrologia

Dendrologia é o ramo da botânica que estuda as árvores e as suas madeiras. Para o engenheiro florestal, a dendrologia envolve a classificação sistemática e fitogeográfica. A sistemática inclui a taxonomia e a filogenia. A taxonomia envolve a descrição e classificação das espécies e grupo de espécies. A filogenia está, por sua vez, relacionada com o processo evolutivo entre os organismos. A sistemática *senso latu* envolve ainda características ecológicas e fisiológicas da árvore. O produto final da dendrologia é o nome científico da espécie, que é universal.

Assim como os seres humanos, cada espécie de árvore possui identidade própria, isto é, um nome científico. O nome comum ou vernacular pode variar de local para local dependendo da região e do conhecimento tradicional (passado de geração a geração), que a população tem sobre determinada espécie. Com isso, ao longo dos anos a identificação de plantas em inventários florestais realizados na Amazônia tem sido

baseada nesse conhecimento tradicional, levando a essa diversidade de nomes vernaculares, o que muitas das vezes acaba comprometendo a sua conservação e também a verdadeira ocorrência dessas espécies.

Como exemplo, podemos citar *Bertholletia excelsa* Bonpl. que é o nome científico dado pelo botânico francês Aimé Bonpland à castanha do Brasil, a qual é conhecida no Amazonas como castanha do Amazonas, no Pará como castanha do Pará e no Mato Grosso como castanha do Mato Grosso. Isso se deve pela distribuição que esta espécie apresenta, sendo que além do Brasil ela pode ser encontrada na Venezuela, Suriname, Bolívia e Peru.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, em sua resolução N° 406, de 2 de fevereiro de 2009, estabelece em seu Art. 20 que é obrigatória a adoção de procedimentos técnico-científicos para a identificação botânica das espécies florestais manejadas, de modo a garantir a identidade entre seus nomes científicos e nomes vulgares praticados na unidade de manejo florestal.

O Laboratório de Manejo Florestal (LMF) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) vem ao longo dos anos realizando em seus inventários florestais, a coleta de material botânico, demonstrando de tal modo a importância da identificação botânica correta, garantindo assim a consistência dos inventários florestais. Os inventários botânicos têm como objetivo estudar a composição florística e analisar a estrutura da vegetação de determinada região. Distintamente do inventário florestal, o inventário florístico parte do princípio que todas as espécies são importantes sejam eles ecológicos ou econômicos.

Além do nome científico, as plantas também fazem parte de uma família e um gênero, as quais são regidas por um sistema de classificação o APGIII (2009) (Angiosperm Phylogeny Group III). Há também o Código Internacional de Nomenclatura Botânica, que é um conjunto de normas e recomendações que governam a atribuição formal da nomenclatura binomial, isto é, significa que as plantas possuem dois nomes, pois ele

é formado pela combinação de dois termos: o nome do **gênero** e o epíteto específico. O quadro ao lado exemplifica a classificação científica da castanheira do Brasil. O nome completo da espécie inclui o nome do autor que primeiro identificou e descreveu a espécie (quase sempre abreviado).

Classificação científica	
Família:	<i>Lecythidaceae</i>
Gênero:	<i>Bertholletia</i>
Espécie:	<i>excelsa</i>
Nome binomial	
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	

O trabalho da equipe de botânica tem como objetivo principal dar apoio à equipe de inventário florestal quando em caso de dificuldade de identificar as árvores, quando surgem dúvidas e até mesmo quando desconhecem a espécie inventariada. Além disso, a equipe de botânica ajuda a estabelecer uma relação entre nomes vulgares, praticados pela equipe de inventário, com seus respectivos nomes científicos, determinados pela identificação botânica em herbário com base no material coletado das árvores.

Como são realizadas as coletas do material botânico?

Durante a execução de coletas de dados de inventário florestal do LMF, as equipes de medições e de botânica trabalham juntas, mas não necessariamente dentro das mesmas unidades de amostra. A equipe de botânica só trabalha dentro da unidade de amostra da equipe de medições quando requisitada para uma coleta específica. Normalmente, a equipe de botânica começa o trabalho do dia em torno da unidade de amostra do inventário. A equipe coleta o máximo possível para uma caracterização florística daquela unidade. Perto do fim do dia de trabalho, esta equipe passa pela unidade de amostra para verificar as demandas da equipe de medições. A árvore que precisa ser coletada é marcada com uma fita plástica colorida (Figura 4).

Há um conselho dos botânicos mais experientes do INPA que resume o seguinte: “a identificação de uma árvore depende, em grande parte, de uma boa e compreensiva descrição realizada, em campo, da árvore a ser identificada.” Em parte, este conselho é necessário por conta das **fenofases** irregulares das espécies amazônicas. Se todos os materiais botânicos coletados contivessem flores ou frutos, este conselho poderia ser relativizado. Diante desta peculiaridade regional, a equipe de botânica do LMF dedica boa parte do tempo descrevendo as estruturas vegetativas da planta em uma ficha de campo. Local de coleta, hábito, características do fuste, disposição das folhas, tipo e cor de exsudatos, odor, DAP, flores e frutos, quando possíveis, são informações que evidenciam particularidades de cada espécie e ajudam na diferenciação entre as espécies (Figura 5).



Figura 4: Fita de identificação da árvore a ser coletada
Fonte: LMF/INPA

Nem sempre é possível coletar o material botânico do chão. Em diversos inventários florestais realizados na Amazônia Central verificou-se que a altura média dessas florestas é de 28,6 m. Diante disso faz-se necessário a utilização de técnicas de escalada para acessar a copa da árvore e coletar o material botânico com auxílio de um podão. Em geral, a árvore escolhida para ser escalada é a mais acessível possível e que esteja estrategicamente localizada possibilitando o máximo de coleta em outras árvores que a cerca. Às vezes, estacionado na primeira galhada de uma árvore, o coletor consegue coletar até 10 outras árvores. O podão utilizado pelo LMF é modulado e pode atingir 11 m de comprimento. A Figura 6 ilustra a utilização da peconha e da garra para acessar a copa da árvore. Mesmo utilizando estes instrumentos populares, o sistema de segurança utilizado pelo LMF segue as normas do rapel. Atualmente, além da peconha e garra, a equipe de botânica do LMF tem também utilizado as técnicas de rapel para acessar a copa. Quando não é possível acessar a copa daquela árvore demandada pela equipe de medições ou de qualquer outra vizinha, o último recurso é a utilização da arma de fogo. O LMF tem utilizado espingarda calibre 16 para este tipo de coleta (Figura 7).

CAP 3 Árvore: crescimento, desenvolvimento e identificação

Tronco

Exsudato: látex



Raiz de escora

Folhas

Figura 5: Descrição minuciosa dos indivíduos a serem coletados
Fonte: LMF/INPA



Garra



Materiais coletados

Escalando com garra



Escalando com peconha



Peconha



Figura 6: Equipamentos utilizados para a obtenção das amostras mais distantes
Fonte: LMF/INPA

Figura 7: Coleta utilizando espingarda calibre 16
Fonte: LMF/INPA

O material utilizado para a atividade de coleta e identificação de amostras botânicas e suas respectivas utilidades podem ser melhor visualizadas no Quadro 1.

Quadro 1: Lista de materiais que são utilizados em coleta botânica

MATERIAL	UTILIDADE
Ficha de campo, lápis, fita crepe, prancheta, pincel permanente e máquina fotográfica	Registro das amostras coletadas
Podão, terçado e tesoura de poda	Obtenção dos ramos a serem coletados
Cadeirinha de rapel, mosquetões, cintas, garra e peconha	Ascensão, descida e manutenção da segurança do coletor durante a atividade de coleta.
Sacos de plástico de 60 l	Acondicionamento do material até a chegada em local adequado para realizar a herborização do material coletado.
Jornal e papelão	Herborização das amostras, devidamente anotadas, a serem conduzidas na estufa
Prensa de madeira	Prensar e fixar as amostras coletadas
Álcool 92,5 %	Borrifar nas amostras, a fim de impedir a proliferação de fungos e evitar danos e/ou perda da mesma
Lupa com aumento de 10x	Visualização de características vegetativas difíceis de identificação a "olho nu"
Estufa elétrica	Desidratação do material prensado.
GPS (Global Position System)	Aquisição das coordenadas geográficas das árvores coletadas

Herborização do material botânico coletado:

Depois da coleta, outra fase muito importante é a herborização das amostras. Esta fase consiste basicamente em colocar as partes vegetativas e reprodutivas entre folhas de jornal. A folha de jornal além de proteger a amostra, também facilita o processo de desidratação. Na parte de fora do jornal, são anotadas algumas informações importantes como local de coleta, família, espécie e data de coleta. Em seguida, coloca-se folha de papelão entre cada uma das amostras para que no final sejam colocadas entre um par de prensas de madeira e amarradas com barbante e levadas para uma estufa para que sejam desidratadas (Figura 8).

Esta fase necessita de paciência e de alguns cuidados importantes para que as mesmas não fiquem agrupadas o que dificulta o estudo, deve-se arrumar no jornal de modo que evidenciem particularidades de cada planta.

Cuidados a serem tomados:

1. Selecionar os melhores ramos que contenham folhas sadias e maduras, flores e frutos quando possível;
2. colocar os ramos escolhidos entre as folhas de jornais, intercalando com as folhas de papelão, isso ajuda no momento da secagem;
3. virar pelo menos 2 folhas mostrando ambos os lados. Caso a amostra possua flores e/ou frutos deixá-los evidentes e redobrar o cuidado durante o processo de desidratação. Tais partes possuem maiores teores de água e nutrientes (açúcares), os quais são atrativos para organismos xilófagos;
4. Colocar alumínio corrugado entre uma certa quantidade de amostras;
5. Prensar o material com o uso da prensa de madeira e cordão;
6. quando as amostras possuírem frutos grandes, colocá-los em envelopes identificando a amostra.



Figura 8: Processo de herborização do material botânico
Fonte: LMF/INPA

Herborização

A herborização inclui uma série de processos de manuseio de material botânico passando por coleta, prensagem, secagem, identificação e montagem. Em resumo, herborizar significa produzir uma exsicata (exemplar dessecado de uma árvore), que tem como destino final o herbário. A herborização nada mais é que o processo de desidratação de exemplares de ramos de árvores coletados. Este processo consiste de uma técnica simples que procura preservar a forma, a estrutura e características dos mesmos (Figura 9).

Herbário é uma coleção de exsicatas que serve como documentação para fins variados como estudos de identificação; no levantamento da flora de uma determinada área; na reconstituição do clima de uma determinada região.

Processamento do material coletado

O processo de secagem inicia-se nas prensas de madeira, onde as amostras devem estar dispostas em uma superfície plana de modo que ambos os lados das folhas (face abaxial e adaxial) sejam bem visualizadas. Todas as amostras devem ser colocadas em cima de um lado da prensa e no final da pilha, geralmente de 40 cm de altura, colocar o outro lado da prensa, apertando-a ao máximo possível com auxílio da corda.



Figura 9: Material botânico herborizado.
Fonte: LMF/INPA

Material necessário para herborização:

- Prensa de madeira e cordas;
- jornal;
- folhas de papelão;
- envelopes;
- fitas adesivas;
- alumínio corrugado;
- álcool 92,5%.

As amostras botânicas devem ser acondicionadas em estufa, durante um período de 72 horas a uma temperatura de 60-70° C com o objetivo de desidratá-las para a montagem das exsicatas. O material prensado deve ser examinado regularmente, tendo o cuidado de apertar as cordas e virar a prensa, para que o calor seja distribuído uniformemente. Durante a coleta de material botânico, o LMF tem utilizado uma estufa improvisada para a pré-secagem do material para evitar a proliferação de fungos. Esta estufa contém uma dúzia de lâmpadas incandescentes de 60 watts cada (Figura 10).



Figura 10: Estufa improvisada para pré-secagem do material botânico no campo
Fonte: LMF/INPA

Na ausência de estufas improvisadas, o meio utilizado para conservar as amostras é borrifar álcool 92,5% mantendo-as em sacos plásticos fechados. O álcool preserva o conteúdo durante alguns meses. É importante verificar os pacotes periodicamente, pois se as amostras estiverem secando, deve-se adicionar mais álcool.

Montagem da exsicata

As amostras desidratadas são montadas em cartolinas rígidas com tamanho médio de 35 cm x 45 cm. Com uma agulha e linha, costuram-se as amostras de modo que os ramos e folhas não fiquem soltos. Observa-se que um lado da folha encontra-se virada de modo que possa observar os dois lados da folha (Figura 11).

As informações de coleta, que foram registradas em ficha de campo, devem constar em uma etiqueta, afixada no canto inferior direito da cartolina. A etiqueta deve conter informações do nome do coletor, local da coleta, data da coleta, nome científico e família (Figuras 12 e 13).



Figura 11: Montagem das amostras botânicas.

Fonte: LMF/INPA

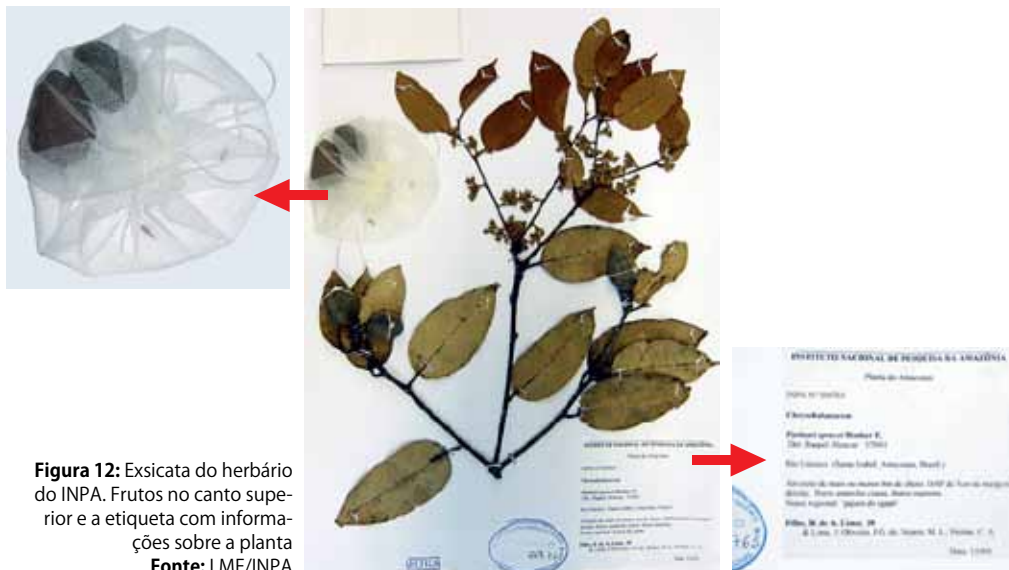


Figura 12: Exsicata do herbário do INPA. Frutos no canto superior e a etiqueta com informações sobre a planta
Fonte: LMF/INPA


 <p>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA Laboratório de Psicologia e Educação Ambiental -LAPSEA Laboratório de Manejo Florestal -LMF</p>	
Nome: <i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Família: Hypericaceae
Nome regional: Lacre	Local da coleta: EEST/ ZF2 – INPA
Coletor: Marra, D. M.	
Características: Árvore de pequeno porte, glândulas visíveis nas duas faces, lâmina glabra ou pequenos pêlos estrelados e brancos na folha jovem, árvore bastante frequente nas capoeiras.	
DAP: 5 cm	Ht: 1 m
Data: 23/09/2008	

Figura 13: Modelo de etiqueta com informações sobre a planta que deve ser a ser utilizada na confecção de uma exsicata
Fonte: LMF/INPA

Armazenamento e conservação da exsicata.

Por último, as exsicatas são depositadas em armários de aço no herbário. As fotos contidas na Figura 14 ilustram os armários do herbário do INPA. As coleções de um herbário são importantes ferramentas para o conhecimento da flora de uma região e para o desenvolvimento de pesquisas, dissertações, teses e monografias sobre os mais variados aspectos da Botânica além de ser um forte instrumento de treinamento para estudantes, técnicos e para-taxonomistas.



Figura 14: Depósito de plantas desidratadas e identificadas
Fonte: LMF/INPA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADS – Agência de Desenvolvimento Sustentável do Amazonas: <http://www.ads.am.gov.br/>, acesso em 2011.

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

Braga, P.I.S. 1979. *Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica*. Supl. *Acta Amazonica*, 9(4): 53-80.

Carneiro, V.M.C. 2004. *Composição florística e análise estrutural da floresta primária de terra firme na bacia do rio Cuieiras, Manaus-AM*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 67 pp.

Felippe, G.M. 1979. Desenvolvimento dos Vegetais. In: *Fisiologia Vegetal*. Editora Pedagógica, v.2, capítulo 1, segunda edição. São Paulo, p.1-37.

Haston, E.; Richardson, J.E.; Stevens, P.F.; Chase, M.W.; Harris, D.J. 2009. The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 128–131.

Morey, P.R. 1980. *O Crescimento das árvores*. Editora Pedagógica e Universitária da Universidade de São Paulo. Temas de Biologia. vol.19.

Philip, M.S. 1987. Obstacles to Measuring Growth and Yield in Tropical Rain Forests. In: *Natural Management of Tropical Moist Forests: Silvicultural and Management Prospects of Utilization*. Edited by F. e J.F. Vincent. Yale University Press. pp.136-148.

Pires-O'Brien, M.J.; O'Brien, C.M. 1995. *Ecologia e modelamento de florestas tropicais*. Belém:FCAP. 400p.

Portal do Extrativismo: www.florestavivaextrativismo.org.br, acesso 2011.

SDS – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável: www.sds.am.gov.br/, acesso 2011.

Synnott, T.J. 1978. Tropical rain forest silviculture: a research project report. *Commonwealth Forestry Institute Occasional Paper* no. 10 45 p.

Tomazello, M.; Cardoso, N.S. 1999. Seasonal Variations of the Vascular Cambium of Teak (*Tectona grandis* L.) in Brazil. Em: *Tree-Ring Analysis: Biological, Methodological and Environmental Aspects*, editado por R. Wimmer e R.E. Vetter. CABI Publishing, pp. 147-154.

Vetter, R.E.; Wimmer, R. 1999. Remarks on the Current Situation of Tree-Ring Research in the Tropics. Em: *Tree-Ring Analysis: Biological, Methodological and Environmental Aspects*, editado por R. Wimmer e R.E. Vetter. CABI Publishing, pp. 131-137.



Foto: Arquivos GT-RRD/INPA

Reflorestamentos e queimadas
podem degradar os solos
causando assoreamento dos rios.
A floresta é um escudo de proteção
contra a degradação ambiental.

João B. S. FERRAZ
Rodrigo P. BASTOS
Giuliano P. GUIMARÃES
Tatiane S. REIS
Niro HIGUCHI

Introdução

A floresta e o solo são dois componentes de muitos ecossistemas terrestres, que mantêm entre si uma relação de interdependência. Por um lado, o solo serve de substrato para as plantas, garantindo-lhes a fixação e os nutrientes para seu crescimento. Por outro, o solo também depende da vegetação para garantir a qualidade de suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Assim, alterações na cobertura florestal provocam alterações nos solos e vice-versa. Porém, nem sempre uma floresta exuberante reflete um solo de alta fertilidade. Tal fato é especialmente válido para a floresta amazônica.

Os primeiros naturalistas que viajaram pela região, assim como os primeiros fazendeiros que derrubaram a floresta para formar pastagens ou implantar cultivos agrícolas, acreditavam que os solos da Amazônia eram muito férteis, associando a exuberância da floresta com a fertilidade do solo. Mais recentemente, durante o milagre econômico brasileiro (1968-1973), os tomadores de decisão também caíram nessa mesma armadilha e tentaram implantar na Amazônia o celeiro do mundo. Esse desconhecimento acerca das características dos solos da região levou muitos empreendimentos, pequenos ou grandes, ao insucesso.

A manutenção de uma floresta tão exuberante e de rica biodiversidade, sobre solos tão pobres, só é possível devido ao mecanismo muito eficiente da ciclagem de nutrientes. Nela, as partes mortas das plantas (frutos, flores, folhas, galhos e troncos), que caem sobre o solo da floresta são rapidamente decompostas, liberando nutrientes (entre eles:

nitrogênio - N, fósforo - P, potássio - K, cálcio - Ca), que serão absorvidos pelas raízes para que as plantas possam crescer. Mais tarde, ao morrer, essas plantas voltam a liberar esses nutrientes, completando o ciclo.

OS SUBSTRATOS FLORESTAIS: AS ROCHAS E SOLOS

Sem o solo não há cobertura florestal. As rochas constituem o material inicial para formar os solos. Dependendo dos tipos de minerais da rocha-mãe e da idade do solo, este pode possuir diferentes características físicas ou químicas, as quais, por sua vez, determinam sua fertilidade.

Na Amazônia existe grande **diversidade geológica**, nela se encontram rochas sedimentares, metamórficas e magmáticas, de **idade e origem muito diferentes**. Além disso, há uma grande variação na topografia, ou seja, na forma do terreno, com suas variações de altura e inclinação. Por esses motivos, os solos da região são de variados tipos.

O processo de **formação do solo** consiste na ação de **fatores climáticos** (principalmente variações de temperatura e precipitação) e **biológicos** (influência das plantas e animais) sobre as rochas ou sedimentos minerais. Esse processo de decomposição das rochas é denominado **intemperismo**. Essa interação só ocorre num período de **tempo muito longo**, de dezenas a centenas de milhares de anos. Durante esse tempo, os resíduos das rochas constituídos por seus minerais, são enriquecidos por **matéria orgânica**, originada pela decomposição dos restos de plantas e animais. Esse processo dá origem ao que chamamos de solo. Além de servir como suporte para as plantas, o solo abriga um conjunto de organismos (p.ex. bactérias, fungos, anelídeos, insetos) que são responsáveis pela **atividade biológica do solo** e a formação do húmus, que é a matéria orgânica já decomposta (Figura 1).

Solos com **alta fertilidade** se originam de rochas com minerais ricos em nutrientes para as plantas (p.ex. Fósforo - P, Cálcio - Ca, Magnésio - Mg). Geralmente, esses solos são jovens (algumas dezenas

PROCESSOS DE FORMAÇÃO DO SOLO

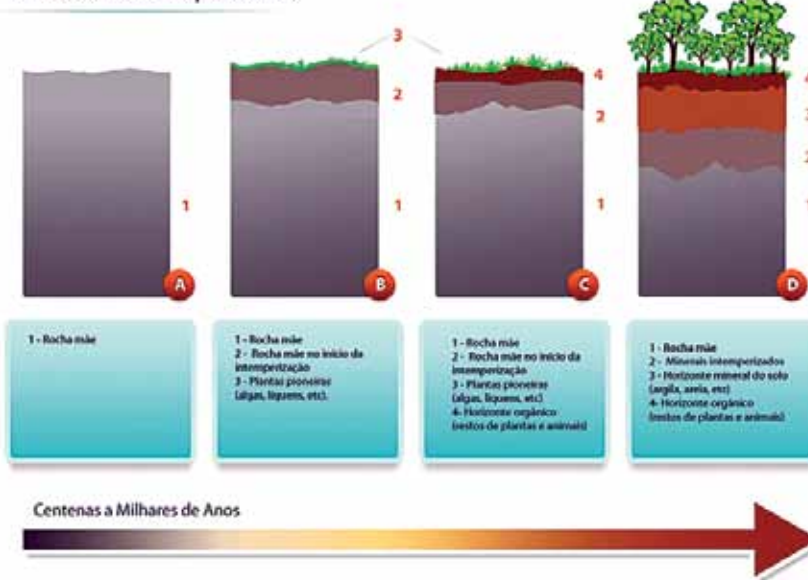


Figura 1: Processo de formação do solo ao longo do tempo. Os estágios iniciais (A e B) podem ocorrer em poucos anos. Para formar 01 cm do horizonte mineral (D-3) pode demorar até 700 anos, dependendo do material de origem e das condições climáticas locais.

Fonte: GT-RRAD/INPA

de milhares de anos) e foram formados sob condições climáticas não agressivas, com fraco intemperismo, onde a dissolução dos minerais é lenta e os nutrientes ficam no solo, não sendo removidos pela água das chuvas (**lixiviados**) facilmente.

Nitrogênio, fósforo e potássio – N:P:K

São elementos químicos e nutrientes essenciais para as plantas e animais. Também são encontrados na matéria orgânica em decomposição (restos de plantas e animais), no solo, dissolvidos na água, etc. Estão entre os 15 principais nutrientes para as plantas. Deficiências no suprimento desses nutrientes causam distúrbios no crescimento, na produção de frutos, sementes e podem causar a morte da planta.

Na Amazônia, porém, a maioria dos solos tem uma **baixa fertilidade** natural, pois são formados por sedimentos muito antigos, originados no Período Terciário (entre 1,8 e 65 milhões de anos atrás).

Durante esse período, a forte intemperização, favorecida por períodos de clima quente e úmido, levou a formação de solos onde predominam minerais de argila (p.ex. caulinita) com baixa capacidade de reter nutrientes. Com solos tão pobres em nutrientes, o processo de ciclagem que ocorre neles depende muito de uma contínua oferta de matéria orgânica, que na floresta é feita pelos animais, ou seus restos, e pelas plantas, ou suas partes que caem sobre o solo. Essa camada de restos das plantas e animais é chamada de **serapilheira ou liteira**.

TOPOGRAFIA, TIPOS DE SOLOS E FORMAÇÕES VEGETAIS

A ideia de que a Amazônia é uma imensa planície é facilmente contestada quando se observa mais detalhadamente como as altitudes variam numa pequena área. Essas variações na **topografia** influenciam diretamente a distribuição dos tipos de solos, e dessa forma, dos tipos de floresta de cada ambiente.

Na região de Manaus, nas partes mais altas e planas (**platôs**), a vegetação dominante é a **Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme**, também chamada de **Floresta de Platô**. Nelas, encontram-se as árvores mais altas, as emergentes, que chegam até 60 m de altura. O dossel desse tipo de floresta atinge 35 a 40 m e muitas palmeiras do sub-bosque são de pequeno porte.

Nas áreas de platô predominam os solos da classe dos **Latosolos**, que apesar de terem alto conteúdo de argila (até 90%), apresentam boa porosidade e são **bem drenados**. São solos com grau de acidez variando entre muito ácidos (pH <4,5) e ácidos (pH entre 4,5 e 5,4), ricos em alumínio e **pobres em nutrientes** (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio,

Figura 2: Perfil de um Latossolo Amarelo típico, em floresta de terra firme de platô. Estação Experimental ZF-2, Manaus – AM. Nota-se que a camada mais rica em matéria orgânica (“terra preta”) tem apenas 10 cm de profundidade.
Fonte: GT- RRAD/INPA.



magnésio), sendo por isso, denominados de **oligotróficos**. Esses solos são muito profundos (até dezenas de metros), como se pode ver nos taludes das rodovias. Atualmente, estima-se que cerca de 45% da área de toda a Amazônia seja recoberta por Latossolos (Figura 2; Demattê, 2000; Embrapa, 2006). Apesar do trabalho de levantamento dos tipos de solos ser uma atividade contínua, ainda não se tem uma ideia exata da área ocupada por cada tipo de solo na região amazônica, com mais de cinco milhões de km².

Nas **encostas**, também chamadas de vertentes, predominam os **Argissolos**, que ocupam cerca de 39% da região amazônica. Nessa topografia a floresta é semelhante à anterior, mas o terreno é íngreme e a altura do dossel das árvores é menor, variando de 25 a 35 m. Os Argissolos também são de **baixa fertilidade** e, à medida que se desce na encosta, aumenta o teor de areia. Isso significa que esses solos têm maior permeabilidade à água, o que contribui para que, no período de seca, tenham uma menor disponibilidade de água para as plantas do que os solos argilosos.

Nas áreas **entre as vertentes e o baixio**, pode ocorrer um tipo de vegetação denominada de **campinarana**. Esta floresta é menos densa e mais baixa que as de platô e vertente. O dossel tem altura aproximada de 15-25 m e nas árvores crescem muitas epífitas (plantas que crescem sobre outras, podendo ser parasitas ou não, p.ex.: orquídeas e bromélias). Os solos pertencem à classe dos **Espodossolos** (antes chamados de

Podzóis e Podzóis Hidromórficos), têm baixa fertilidade natural e são muito arenosos. A superfície do solo na campinarana é recoberta por grande quantidade de serapilheira (detritos vegetais em decomposição).

Outro tipo de floresta é a **campina**, que ocorre nas áreas mais baixas. Este é um tipo de vegetação aberta, com ilhas de arbustos e árvores baixas (5-10 m), tortuosas e com muitas epífitas. Em determinados locais, encontram-se espessas camadas de folhas mortas e húmus. Algumas partes da superfície do solo são recobertas apenas por areia branca, ou por grupos de líquens (vegetais formados pela simbiose entre algas e fungos) crescendo sobre o solo arenoso. Os solos são **Neossolos** (antes denominados Aluviais e Areias Quartzosas), muito pobres em nutrientes. Os altos teores de areia fazem com que esses solos tenham excessiva permeabilidade, o que na estação seca pode causar estresse hídrico para as plantas.

Nas áreas com topografia mais baixa, nas **margens dos igarapés** e onde superfície do solo fica encharcada nas chuvas, muda muito a fisionomia da floresta, que é conhecida como **floresta de baixio**. O dossel chega a 25-30 m de altura e muitas árvores têm raízes adventícias (para escorar) ou pneumatóforos (raízes respiratórias). Há muitas palmeiras de porte arbóreo e um grande número de plantas herbáceas. Os solos são muito arenosos (**Neossolos**), recobertos por espessa camada de matéria orgânica e raízes superficiais.

Solos das florestas de várzea e igapó.

Os solos das várzeas (áreas inundadas periodicamente, por rios de “água branca”, p.ex. Rios Solimões e Amazonas), têm alta fertilidade natural, uma vez que esses rios transportam sedimentos ricos em nutrientes provenientes da região andina, resultantes do intemperismo dessas rochas e das áreas marginais dos rios. As inundações anuais fertilizam continuamente os solos de várzea, sendo por essa razão, os preferidos para a prática da agricultura. Essas áreas de várzea são restritas, estimando-se sua extensão em aproximadamente 60 mil km². Por outro lado, os rios de “água preta” (p.ex. Rio Negro) e os de “água clara” (p.ex. Rio Tapajós), têm águas ácidas, pobres em sedimentos e nutrientes, o que faz com que os solos de suas áreas de inundação, chamadas de igapós, tenham baixa fertilidade. A área de distribuição desses solos também é bastante restrita.

As sociedades humanas também podem influenciar o tipo de solo. Na Amazônia encontramos a chamada “**Terra Preta do Índio**”, um tipo de solo antrópico que ocorre em áreas anteriormente ocupadas por índios pré-colombianos (isto é, antes do descobrimento da América). Ainda não está bem esclarecido o processo de formação desses solos. Eles possuem camadas escuras, profundas e de maior fertilidade - especialmente maiores teores de cálcio e fósforo- do que os solos adjacentes.



Figura 3: Perfil de Latossolo Amarelo, em floresta secundária de terra firme, até 20 cm de profundidade. Nota-se a maior frequência de raízes nos primeiros 10 cm, contribuindo para uma absorção mais rápida dos nutrientes liberados pela decomposição da serapilheira.

Fonte: GT-RRAD/INPA.

A POBREZA DOS SOLOS E A EXUBERÂNCIA DA FLORESTA

A exuberância da cobertura florestal amazônica, em contraste com solos tão pobres, é um questionamento feito com frequência. Ao longo dos milênios, a vegetação foi acumulando os nutrientes em sua própria biomassa e desenvolvendo mecanismos de **conservação dos nutrientes**, os quais impedem sua rápida lixiviação no solo. Assim, esses mecanismos permitem que a maior parte dos nutrientes possa ser utilizada pelas plantas. Um dos mecanismos mais importantes é a maior frequência de raízes na camada mais superficial do solo (0-10 cm de profundidade: figura 3).

Quanto mais pobre é o solo de uma floresta, mais raízes se formam nessa camada, pois é nela que se encontra a maior concentração de nutrientes. Há raízes que também crescem para **fora** da camada superficial solo, desenvolvendo-se sobre a camada de **serapilheira** e absorvendo nutrientes antes que eles sejam incorporados ao solo.

Devido à baixa fertilidade dos solos, a manutenção de uma floresta tão rica só é possível graças a uma rápida e intensa ciclagem biológica dos nutrientes, contidos nos detritos vegetais e animais que cobrem o solo da floresta

A serapilheira, ou liteira, é formada pelas **partes mortas** de plantas (galhos, folhas, flores, frutos, sementes e também troncos tombados) e animais, apresentando diferentes estágios de decomposição (Figura 4). Esta é realizada pela **fauna do solo** (p.ex. cupins, formigas, minhocas) e pelos **microrganismos** (fungos e bactérias). Um grama de solo pode conter até um bilhão de microrganismos. A parte mais decomposta é conhecida como **húmus**, que contém parte dos nutrientes que estavam na serapilheira. Estes serão liberados para o solo, sendo depois novamente absorvidos pelas raízes. Esse sistema é conhecido como **ciclagem de nutrientes** e é um dos principais responsáveis pelo rápido fornecimento deles para as plantas da floresta.



Figura 4: A serapilheira: camada de restos de plantas (galhos, folhas, frutos, etc.) e animais mortos. Sua decomposição formará a camada de matéria orgânica no solo e é uma etapa fundamental para a ciclagem de nutrientes.

Fonte: GT-RRAD/INPA

É importante lembrar que esse sistema de ciclagem de nutrientes só funciona de forma eficiente e em longo prazo, enquanto for mantida a cobertura florestal. Os problemas resultantes do desflorestamento são em parte devidos as interrupções no mecanismo de ciclagem de nutrientes.

OS DESFLORESTAMENTOS NA AMAZÔNIA

Causas

Os desflorestamentos na Amazônia têm sido realizados, principalmente para formação de pastagens, áreas para agricultura, e em menor escala, para a mineração (Figura 5). A exploração madeireira para fins comerciais também é apontada com uma das principais causas de desmatamento na Amazônia. Estudos apontam que frequentemente os lucros advindos dessa atividade são investidos nas operações de pecuária nas próprias propriedades onde a madeira é explorada.

Nos últimos anos, têm-se observado um aumento nos desflorestamentos para a implementação de projetos para produção de soja.

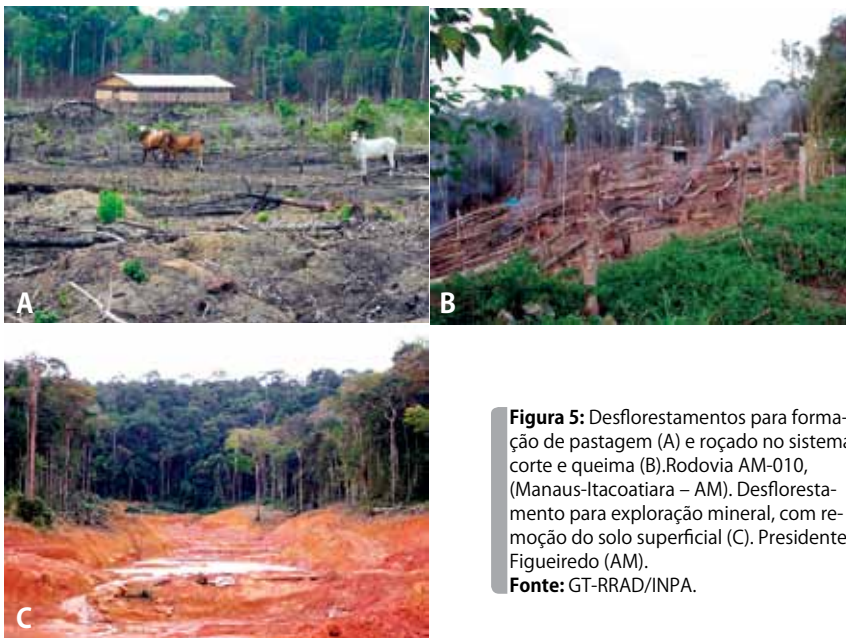


Figura 5: Desflorestamentos para formação de pastagem (A) e roçado no sistema corte e queima (B). Rodovia AM-010, (Manaus-Itacoatiara – AM). Desflorestamento para exploração mineral, com remoção do solo superficial (C). Presidente Figueiredo (AM).

Fonte: GT-RRAD/INPA.

Extensão

Estudos atuais (2009-2010 – Figura 6) realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mostraram que nos anos de 2003 e 2004, área desmatada anualmente na Amazônia era cerca de 26.000 km². A partir do ano de 2005 as taxas de desmatamento anual diminuíram consecutivamente a cada ano, chegando a menos de 7.000 km² em 2010, ou seja, uma redução de 73%. Redução esta, melhor que a prevista ou esperada pelos cientistas e pesquisadores ligados ao governo brasileiro. As flutuações da economia (especialmente as demandas de exportação e os preços para produtos da agricultura e pecuária), bem como políticas públicas e preocupações de ambientalistas do governo têm exercido forte influência nas oscilações das taxas de desmatamento.

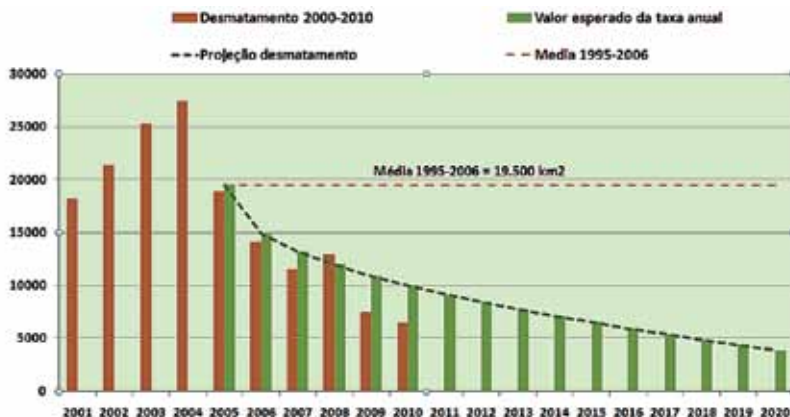


Figura 6: Taxa de desmatamento anual entre os anos de 2001 e 2010.

Fonte: INPE (PRODES)

Estudos mostram que 90% da exploração madeireira na Amazônia é ilegal.

Queimadas

Na Amazônia, o fogo é ainda o principal trato cultural utilizado no preparo do solo para agricultura e pecuária, tanto pelos pequenos como pelos grandes proprietários de terra. As comunidades indígenas da região, já praticavam há muitos séculos um sistema de agricultura de subsistência, que ficou conhecido como “agricultura itinerante” ou “agricultura de derrubada e queima”. Após a diminuição da fertilidade do solo, as áreas eram abandonadas e uma outra área de floresta era cortada e queimada. Entretanto, devido ao pequeno tamanho das áreas roçadas e abandonadas, era fácil o retorno da vegetação, impulsionado, principalmente, pela “chuva de sementes” (sementes que caem sobre o solo, a maioria dispersadas pelas aves, morcegos e outros animais). Com isso, por meio do processo da sucessão secundária, uma nova cobertura florestal se estabelecia (floresta secundária ou capoeira). Com o tempo, o solo aumentava, gradualmente, seus estoques de nutrientes e sua fertilidade.

Esse sistema foi adotado pelos pequenos agricultores que ocuparam a região. Os problemas começaram quando o número de pequenos desflorestamentos aumentou muito e quando grandes empreendimentos agropecuários passaram a desmatar e queimar grandes áreas contínuas. Por conta disso, grandes extensões de área da Amazônia são hoje cobertas por florestas secundárias e áreas degradadas, originadas de áreas abandonadas pela agricultura ou pastagem.

Aqui, as queimadas são feitas com mais frequência nos meses de agosto a outubro, período em que há diminuição das chuvas (período seco) e a vegetação derrubada fica mais seca, facilitando a combustão. Elas atingem atualmente cerca de 15% do território da Amazônia, mas os efeitos da poluição causada pelo fogo podem ser percebidos em uma área mais extensa. As finas **partículas de carvão** liberadas pelas queimadas sobem a até 15 km acima do solo e se espalham sobre a floresta. Como consequência, há um desequilíbrio no nível de radiação recebido pela floresta e em algumas áreas a diminuição da radiação chega a até 40%.

Essas partículas também estão interferindo na formação das nuvens, tornando mais difícil a transformação das moléculas de água em gotas de chuva e, como consequência, há uma diminuição de 30% na precipitação, ocasionando modificações no regime das chuvas na floresta. As queimadas são também responsáveis pelo aumento do **dióxido de carbono** (CO₂) liberado para atmosfera, tornando-se um dos responsáveis pelo aumento no efeito estufa.

Se os desflorestamentos em si já são um grande problema, as queimadas associadas a eles, intensificam ainda mais os desequilíbrios ambientais e, portanto, a sustentabilidade das florestas remanescentes.

Uma série de problemas decorre da ação das queimadas, como por exemplo, a deterioração das características físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso, contribuem para a poluição atmosférica, interferindo na saúde humana e na diminuição da biodiversidade.

Degradação dos solos

As queimadas além de reduzirem a biodiversidade, contribuem para a degradação do solo e, conseqüentemente, o aceleramento do processo da destruição das florestas. Queimar a floresta é uma técnica universal, que tem origem na antiguidade e sempre foi bastante utilizada em função do baixo custo e rapidez na transformação da cobertura do solo. Porém, é sempre bom lembrar que, em outros lugares do mundo, grandes áreas de antigas florestas exuberantes já foram transformadas em desertos. Há cinco mil anos a região da Mesopotâmia (atual Iraque), era recoberta por florestas de cedros imensos. Os habitantes das primeiras cidades utilizavam essencialmente madeira para suas construções, e necessitavam continuamente de novas áreas agricultáveis. Tais ações levaram ao desmatamento dessa região. Por ter sido feito em escala tão grande, os solos não recuperaram mais sua fertilidade, e hoje essa região é recoberta por desertos.

No solo, se pesarmos os benefícios e os prejuízos obtidos com esse sistema de preparo da terra, os prejuízos são bem maiores. Como já foi visto, boa parte dos estoques de nutrientes desses ecossistemas florestais estão contidos na biomassa das plantas. Após a derrubada e queima da floresta, grande parte desses nutrientes é perdida. Alguns, como o Carbono (C) e o Nitrogênio (N), são perdidos em forma de gases, durante a queima. Outros, como o Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), ficam nas cinzas, porém, com as chuvas, são lixiviados rapidamente para as camadas mais profundas do solo, uma vez que não há mais aquele tapete de raízes que os absorveria. As primeiras culturas agrícolas após as queimadas são beneficiadas com alguns desses nutrientes presentes nas cinzas, mas depois de dois a três anos, esses também são lixiviados e as plantações entram em declínio.

Nesses locais não existe mais a intensa reposição de nutrientes pela deposição de serapilheira para continuar a ciclagem de nutrientes. Sem esses detritos vegetais e animais, que também ajudam a manter a umidade no solo, a temperatura aumenta, causando a rápida deterioração do húmus (Figura 7). Por outro lado, no processo de queima da floresta, a biota do solo, também responsável pela ciclagem de nutrientes, fica muito reduzida. Todos esses fatores juntos causam uma drástica diminuição na fertilidade dos solos e novos desflorestamentos se tornam necessários.

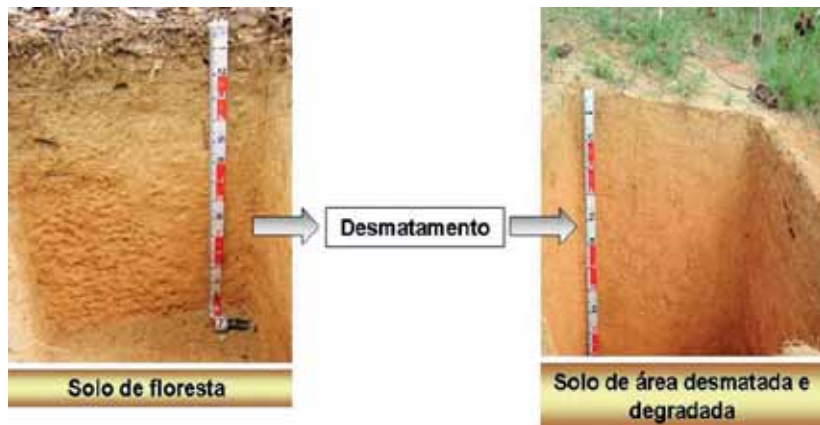


Figura 7: Perfis de solos antes e depois da remoção da cobertura florestal. Nota-se à esquerda a cobertura do solo com serapilheira e espessa camada de solo com matéria orgânica (marrom escura). À direita, o solo já perdeu boa parte de seus estoques de matéria orgânica e nutrientes.
Fonte: GT-RRAD/INPA.

O exposto acima não significa que os solos da região não possam ser utilizados para agricultura ou reflorestamentos, mas que o conhecimento de suas peculiaridades (suas propriedades biológicas, químicas e físicas) e seus processos (p.ex. ciclagem de nutrientes) pode evitar sua degradação e a necessidade de se desmatar sempre novas áreas.

EROSÃO E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Quando o solo fica exposto, sem a proteção do dossel da floresta, aumenta a força do impacto das gotas de água das chuvas sobre a terra (efeito *splash*) e com isso, sua força de **erosão**. Dessa maneira, a camada mais superficial do solo, rica em matéria orgânica e nutrientes, é carregada pelas águas e vai para os rios. Em pouco tempo toda essa camada de solo fértil é removida, ficando exposta uma camada sub-superficial dos solos, amarela e muito pobre em nutrientes. As sementes que caem sobre o solo descoberto, não têm mais condições para germinar, devido à baixa umidade e as altas temperaturas da superfície. Tais áreas se tornam imprestáveis para a agricultura e criação de animais.

Com o passar do tempo, as águas das chuvas continuam seu processo de erosão, que é mais intenso nas áreas das encostas desmatadas. No início há perda da camada superficial do solo, que é a mais fértil (erosão laminar). Numa fase mais avançada, observa-se a formação de profundas valas no solo (**voçorocas**), que podem chagar a ter mais de 50 m de profundidade e centenas de metros de extensão. Essas erosões levam uma grande quantidade de solo para os igarapés, que se tornam turvos com excesso de sedimentos (Figura 8), diminuindo as condições de vida para os organismos aquáticos e causando o **assoreamento** de seus leitos e, como consequência, aumentando as inundações. Quando as voçorocas se encontram no perímetro urbano, provocam grandes deslizamentos de terra, destruindo construções e causando mortes (Figura 9). Por isso, a floresta não é apenas importante para proteger os solos, os cursos d'água e a biodiversidade, mas também, para manter as condições básicas de vida para a população humana.



Figura 8: Efeito do desmatamento sobre a turbidez da água. À esquerda, um igarapé que passa por uma floresta; à direita, outro igarapé que corre por uma área desmatada.

Fonte: GT-RRAD/INPA.

Erosão

É o processo no qual as camadas de solo são removidas pelas águas das chuvas ou ventos. Com isso o solo perde sua fertilidade (nutrientes) e sua estrutura física perde estabilidade. À medida que a erosão aumenta, são formadas grandes aberturas no solo, conhecidas como voçorocas.

As árvores têm um papel de grande importância também por diminuir os fatores de erosão natural sobre o solo. Elas formam um conjunto de segurança contra as águas fortes que caem e impedem ainda a ação danosa dos ventos fortes.

Como se estrutura esse conjunto de segurança?

Primeiro, o conjunto das copas das árvores funciona como anteparo à ação dos raios solares, dos ventos e da chuva, evitando assim bruscas mudanças no transporte de água na superfície do solo, especialmente nas encostas, garantindo certa estabilidade, retendo uma parte da quantidade de água precipitada (funcionando como uma espécie de amortecedor e regularizador da entrada de água da chuva) e eliminando, por meio da evapotranspiração, o volume de água excedente das plantas.

Segundo, a cobertura florestal mantém a estrutura física dos solos,



Figura 9: Estágio avançado de erosão (voçorocas) em área urbana e no Distrito Industrial de Manaus – AM. A remoção da cobertura florestal nas encostas deixou o solo desprotegido da ação da chuva.

Fonte: GT-RRAD/INPA.

especialmente sua porosidade. Com isso, a água das chuvas que chega a superfície, é infiltrada pelos poros do solo até grandes profundidades, evitando um grande escoamento superficial, causador da erosão.

Assoreamento

Deposição de sedimentos (argila, areia), geralmente originados pela erosão dos solos, no fundo de um rio, igarapé ou lago, diminuindo sua profundidade e aumentando sua área de inundação.

Em resumo, podemos dizer que a cobertura florestal é essencial tanto para a biodiversidade, quanto para mantermos os serviços ambientais que as florestas prestam aos seres humanos: os mecanismos reguladores do clima; a manutenção da ciclagem de nutrientes, da fertilidade dos solos e das reservas de água.

Por esses e vários outros fatores que conhecemos, devemos conservar as áreas florestais, evitando a destruição progressiva da vegetação natural. Da mesma maneira, não se deve perder de vista que o solo preparado para a agricultura é apenas um substrato, que bem manejado, pode produzir indefinidamente.

SUGESTÃO PARA AULA PRÁTICA

A maquete abaixo (Figura 10) pode ser montada com materiais descartáveis (caixa de papelão vazia, sacos plásticos e garrafa de refrigerante – ver Legenda), solo e algumas plantas pequenas.

O objetivo é mostrar como a cobertura vegetal protege a camada fértil do solo; evita a erosão, a poluição da água dos rios por sedimentos e o assoreamento do leito dos rios – uma das principais causas das enchentes.

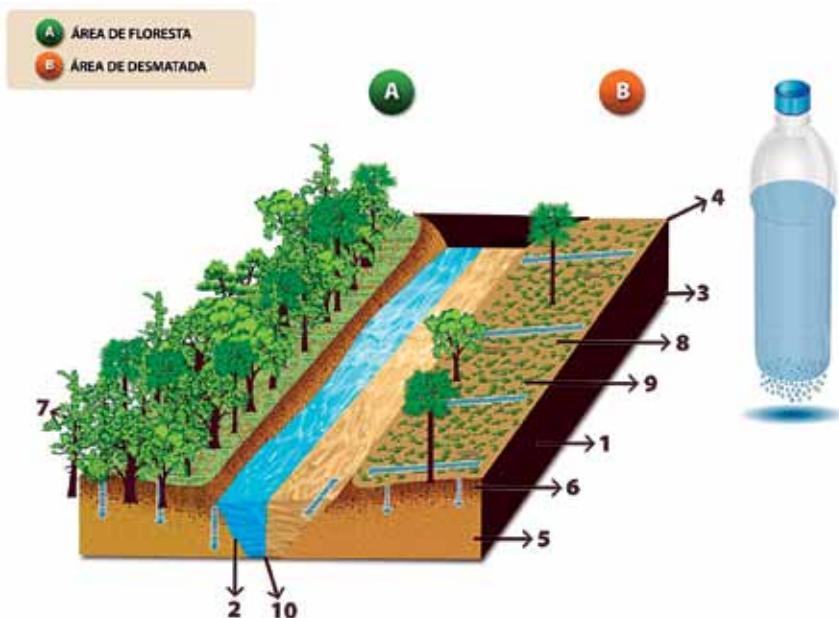


Figura 10: Montagem da maquete demonstrativa para aula prática. A floresta protege o solo da erosão e do assoreamento dos rios.
Fonte: GT-RRAD/INPA.

Legenda

01. Caixa de papelão ou madeira;
02. Corte em "V";
03. Calço de 1 cm de altura, para deixar a parte fechada, atrás, mais alta;
04. Forrar toda a caixa com plástico;
05. Solo amarelo;
06. Solo marrom escuro ("terra preta");
07. Grama e folhas secas (cobrir toda a área);
08. Grama e folhas secas (cobrir só uma parte da área, de forma não contínua);
09. Plantas pequenas ("árvores");
10. Igarapé ou rio;
11. Garrafa de plástico com o fundo furado (tipo chuveiro).

Depois de montada a maquete acima, encha a garrafa de água, vire-a com os furos para baixo e faça "chover", primeiro na área coberta por "floresta". Observe o que acontece no leito do rio. Em seguida, faça chover na área "desmatada" e também observe o leito do rio. Descreva o que acontece nas duas situações.

BIBLIOGRAFIA

Alvarado H., Alfredo. 1985. *El origen de los suelos*. CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 54 pp.

Bruce, R. W. 2001. *As florestas do amazonas: espécies, sítios, estoques e produtividade*. Ed. Ibama, Brasília, DF. 174 pp.

Demattê, J.L.I. 2000. Solos. In: Salati, E., Absy, M.L., Victoria, R.L. (eds.), 2000: *Amazônia, 2000: Um ecossistema em transformação*. CNPq. Manaus, Brasília, DF.

Embrapa. 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. Rio de Janeiro, RJ. 306 pp.

Hopkins, M. J. G., 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. *Rodriguesia*. 56 (86): 9-25.

IBGE. 1991. *Geografia do Brasil. Região Norte*. Vol. 3. Rio de Janeiro, RJ. 307 pp.

ISA. 2008. *Almanaque Brasil Socioambiental*. Instituto Socioambiental São Paulo, SP. 551 pp.

Ivanauskas, N.M., Assis, M.C. 2009. Formações Florestais Brasileiras, 74-102 p.. In: Martins, S.V. (Ed.) *Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil*. Ed. UFV, Viçosa, MG.

Ribeiro, J. E. L. da S... [et al.] 1999, *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. 816 p. Inpa, Manaus – AM.

Salati, E., Absy, M.L., Victoria, R.L. (Eds.) 2000. *Amazônia, 2000: Um ecossistema em transformação*. CNPq. Manaus, Brasília, DF. 286 pp.

Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.T.; Limas, J.C.A. 1991. *Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Internacional*. IBGE. Rio de Janeiro.

Vieira, A.F.G. 2008. *A voçorocas urbanas de Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbanos*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 223 pp.



Foto: Fernando Figueiredo

A água é um recurso estratégico
para a humanidade,
pois mantém a vida no planeta Terra.
A água na Amazônia desempenha
um papel de grande importância
e o equilíbrio hídrico hoje existente
depende da atual cobertura florestal.

Introdução

A floresta amazônica é um dos mais importantes ecossistemas do planeta, representa uma das últimas fronteiras florestais e a maior extensão de floresta tropical remanescente no mundo, em grande parte intocada, de elevada diversidade biológica e influi nos ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, com interações no clima do mundo inteiro. Sendo uma floresta equatorial de clima quente e úmido, a Floresta Amazônica possui uma alta pluviosidade (valores médios de precipitação anual entre 2.000 a 2.200 mm) (Fish *et al.*, 2007). Esta localização ao nível da linha do Equador permite que receba irradiação constante de aproximadamente 12 horas de sol por dia e com a presença predominante de ventos alíseos. Esses últimos trazem grandes massas de vapor d'água do oceano.

É possível observar um mosaico de três principais estruturas florestais. A primeira floresta, conhecida como de várzea, periodicamente inundada pelos rios de águas brancas. A segunda floresta, inundada por rios de águas pretas, chamada de igapó. A terceira é a floresta de terra firme, que não sofre inundação e ocupa aproximadamente 90% da área da Amazônia. A existência dessa floresta densa e de alta biomassa causa perplexidade considerando-se a baixa fertilidade da maioria de seus solos. A floresta é mantida graças a uma eficiente reciclagem de nutrientes contidos na biomassa, além da entrada de nutrientes pela água das chuvas e, possivelmente, pela deposição de nutrientes transportados a longa distância.

**A Amazônia abriga a maior bacia hidrográfica
e com a mais extensa rede hidrográfica do mundo.**

Está localizada entre 5° de latitude norte e 20° de latitude sul, estende-se desde as nascentes nos Andes Peruanos até a sua foz no oceano Atlântico, ocupando uma área total de mais de 7.000.000 km². A bacia amazônica é compartilhada pelo Brasil, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia (Cunha et al., 2008). O Governo Brasileiro em 1966 criou a Amazônia Legal (delimitação política e econômica), que abrange uma área de 5.033.072 km², limitada pelos paralelos 16° sul em Mato Grosso, 13° sul em Goiás, e 44° a oeste do meridiano de Greenwich no Maranhão. A Figura 1 apresenta a malha hidrográfica na Amazônia brasileira.

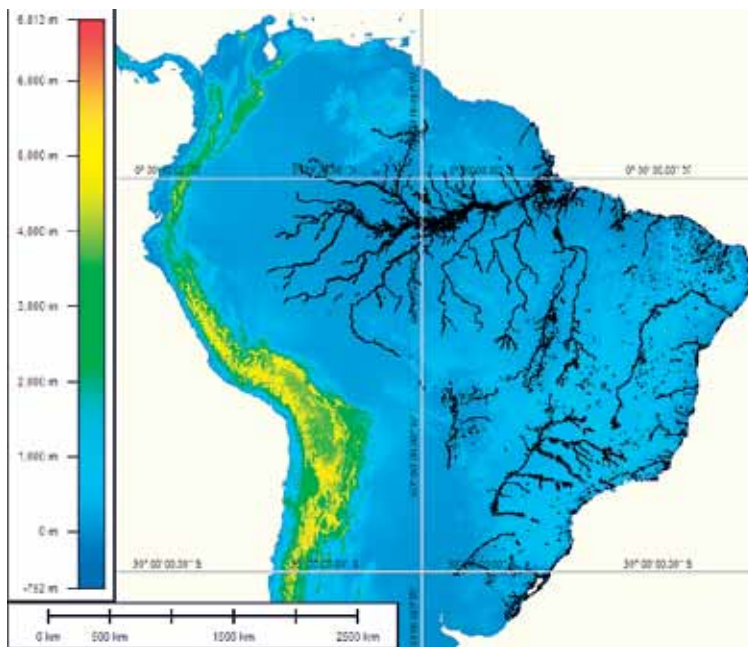


Figura 1: Hidrografia da Amazônia Legal
Fonte: Imagem SRTM-NASA).



A água é um recurso estratégico para a humanidade, pois mantém a vida no planeta Terra, a biodiversidade, a produção de alimentos, suporta todos os ciclos naturais. Tem, portanto, importância ecológica, econômica e social (Tundisi & Tundisi, 2005). Os seres humanos além de utilizarem a água para suas funções vitais como todas as outras espécies de organismos vivos, usam os recursos hídricos para um grande conjunto de atividades, tais como, produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola, econômico, lazer e turismo. Aproximadamente 97,5 % da água do planeta Terra encontram-se nos oceanos, mares, lagos salgados, aquíferos salgados e não pode ser utilizada para irrigação, uso doméstico e dessedentação. Apenas 2,5 % correspondem a água doce. Do total de água doce, a maior parte (69,5 %) encontra-se indisponível, está sob forma de gelo nas calotas polares, nas geleiras e em subsolos congelados; e do restante, 30,1 % está armazenada no subsolo (água subterrânea), 0,1 % em outros reservatórios e somente 0,3 % do total de recursos de água doce está mais prontamente disponível, está armazenado em lagos, flui nos rios e continentes e é a principal fonte de suprimento (Tundisi, 2005; Clarke & King, 2005).

A água na Amazônia desempenha um papel de grande importância. É uma região com grande quantidade de chuva que, pelas características geográficas, contribuem para a formação de inúmeros igarapés, que por sua vez formam os grandes rios como o Negro, Madeira, Tapajós, Xingu, Juruá e Purus. Esses rios contribuem para a formação do rio Amazonas que tem mais de 7.000 km de comprimento e atualmente é reconhecido como o maior rio do mundo, tanto em extensão como em volume de água. É responsável, em média, de 1/5 a 1/6 da massa de água que todos os rios da Terra lançam conjuntamente nos oceanos e mares (Sioli, 1991). Nasce nos Andes peruanos, a 5.597 m de altitude, sendo chamado de rio Marañon e, ao entrar no Brasil, recebe o nome de Solimões. Após o encontro com o rio Negro, próximo à cidade de Manaus, passa a ser denominado rio Amazonas. Atravessa o continente de oeste a leste, recebe mais de 1.000 afluentes e deságua no oceano Atlântico. Mais de 60 % da Amazônia, com seus rios de grande porte, localiza-se em território brasileiro, fazendo do Brasil um dos países com maior disponibilidade de água doce do mundo.

A quantidade e a qualidade das águas superficiais dos diferentes rios da Amazônia dependem das características físicas, químicas e biológicas dos sistemas terrestres e aquáticos, e são fundamentais para a tipologia das águas desses rios.

Quais são os tipos de água dos rios na Amazônia?

Os rios de **águas brancas** são ricos em minerais dissolvidos e em suspensão, pH próximo ao neutro, variando de 6 a 7 e têm suas nascentes, principalmente, nos Andes, como o Purus, Madeira, Juruá e Amazonas. Os rios de **águas pretas** apresentam as águas transparentes, de coloração escura, baixas quantidades de sedimentos e nutrientes, com pH variando de 3 a 5, nascem nos escudos das Guianas e do Brasil Central ou nos sedimentos do terciário da bacia Amazônica, tais como os rios Negro e Urubu. Os rios de **águas claras** são transparente em várias tonalidades



Figura 2: Rios de água Branca (Solimões), Preta (Negro) e Clara (Tapajós).
Fonte: Domitila Pascoaloto (rios Solimões e Tapajós) e Hillândia Brandão (rio Negro).

de verde, com pouco material em suspensão, com pH variando de 4 a 7, drenam as rochas cristalinas dos escudos das Guianas e do Brasil Central, como os rios Trombetas, Tapajós, Xingu (Cunha *et al.*, 2008). A Figura 2 mostra os rios de água branca, preta e clara.

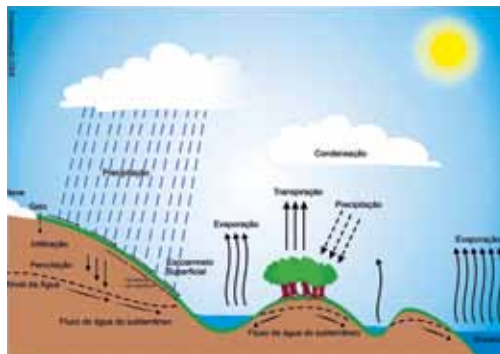


Figura 3: Ciclo hidrológico.

CICLO HIDROLÓGICO

O **ciclo hidrológico** é o produto integrado do clima e de características biogeofísicas da superfície. É o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre (Figura 3). A água é a substância mais reciclável da natureza e encontra-se por toda parte da crosta terrestre e na atmosfera. A temperatura do ar à superfície da terra é uma das variáveis climáticas mais importante que favorecem as formas de vida se desenvolverem. A sua média global é de 15 °C, sendo que a temperatura mais baixa (-89 °C) foi registrada na Estação Vostok, na Antártida e a mais elevada (58 °C), em Al-Aziziyah, na Líbia (Hartmann, 1994). No intervalo de temperaturas do ar que ocorrem sobre a Terra, a água se apresenta nos três estados: sólido, líquido e gasoso e, como existem condições propícias

Mas o que é biogeofísica mesmo?

Bio refere-se aos organismos vivos; Geofísicas às rochas, ao solo, ao relevo, à água da terra e ao ar. O clima é determinante das características da superfície (solo, vegetação, relevo, drenagem etc.), pois influencia os processos de formação do solo, do tipo e características da vegetação, das feições do relevo e da estrutura de drenagem. As características da superfície, ao mesmo tempo, exercem uma marcante atuação sobre o clima, no qual a vegetação se destaca.

para a passagem de um estado para outro, sua reciclagem é possível.

A maneira mais fácil de entender a relação **floresta-água** é conhecendo o ciclo hidrológico na floresta (Figura 4). Da água de chuva que se **precipita** sobre uma cobertura florestal, parte é interceptada pela vegetação e volta a evaporar-se contribuindo com a formação de nuvens, o restante chega ao solo por gotejamento (**precipitação interna**) após passar pelo dossel florestal e por **escoamento pelo tronco**.

A água que chega ao solo segue diversos caminhos. Como o solo é um meio poroso, ocorre **infiltração**, processo que descreve a entrada de água no solo através de sua superfície, e havendo inclinação no terreno, parte da água pode escoar pela superfície (**escoamento superficial** ou *Run off*). Também pode ocorrer, principalmente no período chuvoso nos terrenos inclinados, quando as camadas de solo apresentam-se com umidade mais elevada do que no período seco, o escoamento sub-superficial. Este ocorre quando a água percola as camadas do solo e ao chegar naquelas mais profundas, com menor permeabilidade, as camadas acima tendem à saturação, fazendo com que o fluxo de água tenda a se deslocar no sentido da declividade.

A subida do nível d'água dos pequenos cursos (igarapés) se eleva mais rapidamente pela contribuição na seguinte sequência:

Escoamento superficial → escoamento sub-superficial → escoamento subterrâneo.

Ao entrar no solo, a água percola e uma parte se armazena no

espaço entre as partículas das camadas superficiais podendo retornar à atmosfera pelo processo de **evapotranspiração**. A parte que excedeu a capacidade de retenção das partículas do solo é drenada para os horizontes mais profundos, alimentando o lençol freático (aquífero subterrâneo), favorecendo o escoamento subterrâneo.

O escoamento superficial, o sub-superficial e o subterrâneo chegam aos cursos d'água (igarapés, rios), aos reservatórios de superfície (lagos, represas) e mares. Destes, do solo e dos organismos (plantas e animais), influenciados pela ação direta ou indiretamente da radiação solar, a água volta em forma de vapor para a atmosfera. Esse vapor, quando em contato com temperaturas mais baixas na atmosfera, condensa-se e volta a precipitar, fechando assim o ciclo hidrológico.

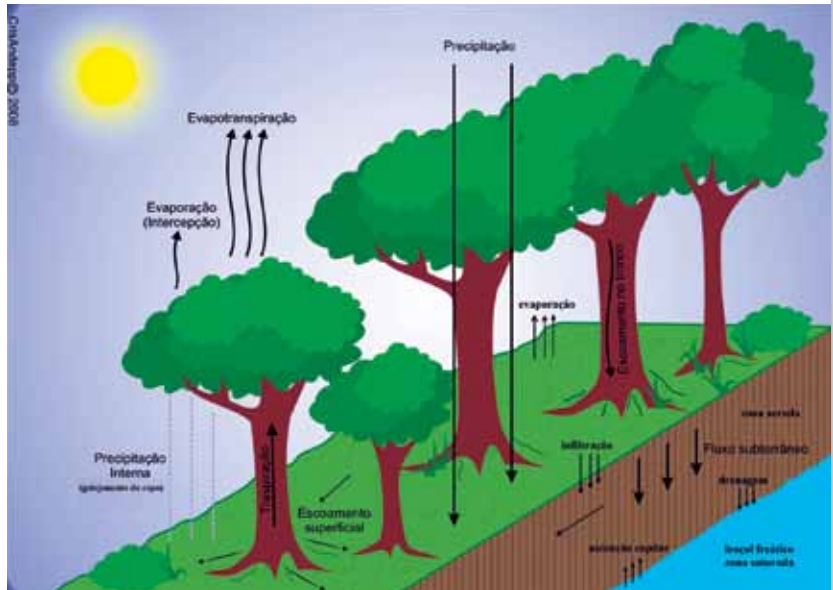


Figura 4: Processos hidrológicos na Floresta.

Processos físicos do ciclo hidrológico em área de floresta

Precipitação (P): É toda água líquida (chuva ou chuveiro) ou sólida (neve, granizo, etc) proveniente da atmosfera que cai na superfície da terra. Este processo é responsável pelo retorno da água à superfície terrestre.

Precipitação interna (PI): Corresponde à parte da chuva que após passar pelo dossel florestal chega ao piso florestal na forma de gotejamento.

Escoamento pelo tronco das árvores (EPT): Parte da chuva que após passar pelo dossel escoar pelos troncos e chega ao piso florestal. Muitas vezes este processo não é determinado por ser baixa a sua contribuição, que pode ser menor que 1 %.

Interceptação (IC): É o processo no qual parte da chuva, ao chegar à copa das árvores (dossel florestal), é retida e retorna à atmosfera por evaporação.

Evaporação (EV): É o processo físico no qual um líquido passa ao estado gasoso. Fenômeno que transforma a água líquida dos oceanos, rios, lagos, represas, da superfície do solo, da água retida pela folhagem (dossel florestal) em vapor d'água para a atmosfera.

Transpiração (T): É a passagem da água das plantas para a atmosfera, principalmente dos poros presentes na superfície das folhas chamados de estômatos. A água é retirada do solo e é transportada através das raízes e caules para as folhas, onde é eliminada na forma de vapor.

Evapotranspiração (EVT). Corresponde a perda de vapor d'água pelos processos de evaporação mais a transpiração para a atmosfera ($EVT = EV + T$).

Infiltração (IN). É o processo de entrada de água nas camadas de solo. **Escoamento Superficial (ES) ou Run off :** É a parte da precipitação que não se infiltra no solo e escoam sobre a sua superfície até os corpos d'água. O deslocamento de água em igarapés e rios também é caracterizado como escoamento superficial. Ao volume total de água, que passa em um determinado período, por uma secção transversal de um curso d'água, é chamado de Deflúvio, e define a água produzida ou o rendimento de água de uma bacia hidrográfica.

Escoamento subsuperficial (ESS): Fluxo de água que escoam abaixo da superfície do solo (embaixo da terra), originada de água que infiltrou no solo e fluiu sobre uma camada de solo com menor permeabilidade.

Percolação ou drenagem profunda (DP): Fluxo de água das camadas de solo para o lençol freático. Nesse processo a água se movimenta pela ação da gravidade.

Ascensão capilar (AC): Fluxo de água do lençol freático para as camadas de solo acima. A sucção, devido às forças capilares (potencial mátrico do solo), é responsável por esse movimento de água.

O ciclo hidrológico é geralmente estudado com mais interesse na fase terrestre, onde o elemento fundamental de análise é a bacia hidrográfica. O sistema que envolve os componentes utilizados na contabilidade de água em um sistema florestal é a microbacia hidrográfica.

O que é bacia hidrográfica?

O canal principal de um rio é formado por tributários com diferenças químicas, físicas e biológicas, pois cada um desses tributários drena uma área com sua particularidade geológica, biológica etc. Juntos, os tributários constituem redes que expressam a totalidade dos compartimentos que drenam. Portanto, o rio deve ser visto como parte de uma rede de drenagem.

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural de água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída (Silveira, 1993). Qualquer ponto da superfície da terra faz parte de uma bacia hidrográfica e não pode ser considerado de forma pontual, mas como parte de um todo (Calijuri & Babel, 2007).

Os limites da bacia hidrográfica são definidos por dois tipos de divisores de águas: divisor freático e divisor topográfico. O primeiro geralmente é determinado pela estrutura geológica dos terrenos e é influenciado pela topografia, que estabelece os limites dos reservatórios subterrâneos, de onde são estabelecidos os escoamentos subterrâneos. O segundo é definido pela linha imaginária que acompanha as maiores altitudes, separando uma bacia de outra. Dependendo do relevo a bacia hidrográfica pode apresentar diferentes formas, variando de estreita e alongada a larga e curta.

Cada bacia é formada outras bacias menores, chamadas de microbacias. A **microbacia** representa uma unidade natural da paisagem, tendo uma área espacial definida e sendo um ecossistema aberto, onde ocorre uma contínua troca de energia com o meio, o que faz com que a qualidade da água nela produzida seja resultado de suas diversas características, entre quais destaca-se a cobertura florestal. Esta condição singular permite o estudo da interação entre o uso da terra e a qualidade da água nela produzida (Câmara, 1999).

Balanço Hídrico

O balanço hídrico é a quantificação das entradas e saídas de água que ocorrem em uma dada área utilizada de floresta ou produção agrícola e baseia-se no princípio de conservação de massas. O balanço hídrico envolve o transporte de massa e a troca de energia entre os sistemas envolvidos, no tempo e no espaço.

Existem vários métodos para se efetuar o balanço hídrico a fim de que se possa identificar a influência da cobertura florestal sobre o regime hidrológico de uma microbacia. Em um desses, é necessário o estabelecimento do tempo (diário, semanal, mensal e anual) e do balanço hídrico, onde a proporção de água utilizada para evapotranspiração e geração do deflúvio é representada de forma simplificada pela equação $EVT = P - Q$, onde **EVT** representa a evapotranspiração, **P** a precipitação e **Q** o deflúvio (Câmara, 1999). Existem outras duas maneiras de se efetuar o balanço hídrico: Real e Hídrico Climatológico. O primeiro é a contabilidade de todas as adições e retiradas de água que realmente ocorre em dada área utilizada de floresta ou produção agrícola. O segundo é uma estimativa do que ocorreria em dada área, sendo a estimativa estritamente baseada em séries de dados climatológicos coletados durante anos em certa localidade.

Como calcular o balanço hídrico real?

O balanço hídrico real, que consiste nas medidas de entradas e saídas de água de uma “camada” de solo (**L**), geralmente vai da superfície até abaixo das raízes das plantas em um determinado intervalo de tempo (Δt).

A água que chega ao solo e infiltra corresponde àquela que passou pelo dossel florestal (**PI**), mais a que percolou pelo tronco (**EPT**), menos a que escoou superficialmente (**ES**), de acordo com: $IN = PI + EPT - ES$.

Como perdas de água consideram-se os seguintes processos: a evapotranspiração (**EVT**) e o escoamento superficial do solo (**ES**). No plano, na profundidade **L** (camada de solo), que deve estar abaixo da zona radicular, pode-se ter perdas de água por drenagem profunda (**DP**) e ganhos por ascensão capilar (**AC**). A contabilidade de todos estes “componentes” do balanço reflete a quantidade de água que fica contida na camada de solo, medida através do armazenamento de água (A_L) (Reichardt, 1990). Para uma camada de solo **L** (profundidade) a equação do balanço é expressa da seguinte forma:

$$PI + EPT - ES - EVT - DP + AC = \Delta A_L$$

No caso de sistema florestal, considera-se como entrada, a água que chega ao dossel florestal (**P**). Em alguns plantios pode-se utilizar a Irrigação (**I**), que é um processo artificial para manter o solo umedecido e favorecer o desempenho das plantas. Quando houver a irrigação, é contabilizada como entrada de água.

Considerando que a precipitação interna (**PI**) é igual a precipitação que chega ao dossel florestal (**P**) menos a que ficou interceptada (**IC**), ou seja, $PI = P - IC$. Considerando ainda $IC = P - (PI + EPT)$ e $EVT = IC + T$. Como a contribuição do escoamento pelos troncos é muito baixa, menor que 1%, retira-se da equação, a qual torna-se:

$$P + I - EVT - ES - DP + AC = \Delta A_L$$

Quando o balanço hídrico for efetuado em uma parcela de uma área de floresta e esta for plana, não ocorra irrigação e toda a água que chega ao solo seja infiltrada, a equação torna-se simplificada:

$$P - EVT - DP + AC = \Delta AL$$

Armazenamento de água no solo

O solo é um sistema complexo, poroso e constituído de três frações: sólida, líquida e gasosa. É classificado pelo teor de nutrientes e de matéria orgânica da fração sólida em mineral e orgânico. A fração sólida é denominada de matriz do solo. As frações líquida e gasosa são correspondentes ao espaço poroso. O solo armazena água e disponibiliza água e nutrientes para as plantas. A partir das interações entre a matriz do solo e a água, ou solução do solo, se dão forças associadas à capilaridade e adsorção, que promovem a retenção da água pelo material poroso.

A estrutura do solo através do arranjo das partículas influencia a distribuição dos poros e conseqüentemente a retenção da água. Sucessivas adições de matéria orgânica ao solo podem alterar suas características de retenção de água (Moraes, 1991).

As medidas de umidade do solo possibilitam quantificar a água armazenada em um dado perfil de solo. Dependendo da umidade do solo, as plantas terão maior ou menor facilidade em retirar água. À medida que as plantas extraem água do solo, a umidade deste diminui, até atingir um grau no qual as plantas não conseguem mais retirar água do solo. Esse limite de umidade do solo é chamado de **Ponto de Murcha Permanente**.

Para se entender melhor a retenção de água, pode-se tomar como exemplo uma esponja que se utiliza para lavar utensílios domésticos. Quando a esponja está saturada com água precisamos fazer um pequeno esforço (espremer) para retirar grande a água retida. Quanto mais esforço for feito, maior quantidade de água será retirada da esponja. Porém essa esponja ainda permanece úmida, ou seja, ainda tem água no seu interior. Em outras palavras, sempre resta um tanto de água que é muito difícil ser retirada de imediato.

Como se calcula o armazenamento de água no solo?

O armazenamento de água no solo (A_L) corresponde à quantidade de água retirada pelo solo, que é dada por sua umidade. Como o solo é um reservatório sem fundo, quanto maior a profundidade considerada, maior a quantidade de água armazenada. A definição de armazenamento de água (A_L) em uma camada de solo de espessura L é: $A_L = \int_0^L \theta dz$. θ é a umidade do solo (cm^3/cm^3) e z é a coordenada vertical ou profundidade. Quando emprega-se poucos dados, a integral é simplificada, utiliza-se diferenças finitas, e a equação fica: $A_L = \bar{\theta}_x L$, Onde $\bar{\theta}$ é o valor médio da umidade no intervalo $0-L$.

E as forças capilares e de adsorção?

Capilaridade é a propriedade dos líquidos subirem ou descerem de tubos muito finos. A Capilaridade é consequência de duas forças que atuam em sentidos contrários: a força de adesão e a força de coesão 1) adesão é a força de atração da água pela superfície sólida, nas paredes dos canais ao longo dos quais ela se movimenta. 2) coesão é a tensão de superfície da água, principalmente devida à atração das moléculas da água entre si. A capilaridade pode ser observada quando um tubo muito fino é imerso em água. O líquido interage favoravelmente com o sólido de tal forma que sobe pelo capilar formando um menisco. Neste caso a força de adesão é maior que a força de coesão.

A molécula da água é composta de um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio. O átomo de hidrogênio possui um próton (carga positiva) e um elétron (carga negativa). O átomo de oxigênio possui oito prótons e oito elétrons, com seis na camada mais externa, havendo, portanto, falta de dois elétrons. Cada átomo de hidrogênio compartilha o seu elétron com o oxigênio por ligação covalente (O-H). O arranjo da estrutura da molécula não é linear (H-O-H), mas em forma de V, formando um ângulo de aproximadamente $104^\circ 31'$. O átomo de oxigênio tende

a manter os elétrons mais próximos de si do que dos átomos de hidrogênio. Isto torna cada átomo de hidrogênio com carga positiva.

O átomo de oxigênio com seus dois pares de elétrons fica com excesso de carga negativa, proporcionando à molécula de água polaridade. Por causa dessa polaridade a molécula de água é capaz de atrair outras moléculas de água ou outras substâncias, quando no estado líquido ou sólido. As superfícies dos sólidos do solo, principalmente os minerais de argilas, apresentam cargas elétricas. Devido a esta propriedade a retenção de água ocorre nas superfícies dos sólidos do solo como filmes presos a ela. Este processo é chamado de **adsorção**.

Processos de transferência da água no sistema solo-planta-atmosfera

A água entra na Amazônia através da precipitação de vapores produzidos, principalmente, no oceano Atlântico e na própria floresta, e deixa o sistema da floresta através da descarga neste mesmo oceano e para a atmosfera. A água se distribui nos rios, plantas e demais organismos, solo, subsolo e atmosfera, porém não de forma estática, mas transitando entre os mesmos.

A distribuição das chuvas na Amazônia é bastante irregular, apresentando variabilidade espacial e temporal. As médias anuais de precipitações variam de mais de 6000 mm nas encostas dos Andes a aproximadamente 1600 mm na interface da Amazônia com o cerrado do Planalto Central Brasileiro (Salati, 1983). Apesar da distribuição de chuvas ser assim variada, toda a região amazônica é essencialmente marcada por dois períodos – alto (cheia) e baixo nível das águas dos rios (vazante) – que têm um papel fundamental na região e cuja dinâmica é



profundamente afetada pelo regime hidrológico. Na cidade de Manaus, a média anual de chuva no período 1911 até 1985 foi de 2107 mm; a estação chuvosa (dezembro-maio) teve precipitação média de 1546 mm, enquanto que a estação mais seca (junho-novembro) apresentou média de 561 mm (Ribeiro, 1991).

Uma pesquisa realizada na região Amazônica (Salati, 1985), indicou que o balanço hídrico de uma bacia hidrográfica nas proximidades de Manaus (área coberta com floresta densa) demonstrou que 25% da chuva (que totaliza 2.200 mm/ano) jamais atingem o solo, ficando retidos nas folhas e voltando à atmosfera por evaporação direta; enquanto 50% da precipitação são utilizados pelas plantas, sendo devolvidos à atmosfera, na forma de vapor, por transpiração. Os igarapés, que drenam a bacia hidrográfica, removem os outros 25% da água da chuva. Esses dados indicam que no tipo de floresta densa, 75% da água de precipitação retornam à atmosfera, resultado da influência direta do tipo de cobertura vegetal.

Segundo Salati (1985), aproximadamente 50% do vapor de água que forma chuvas vem do oceano Atlântico e os outros 50% restantes são produzidos dentro da Amazônia. Esse dado reforça a ideia de uma marcante influência da cobertura florestal no regime e distribuição das chuvas. Leopoldo *et al.* (1993), estimaram a evapotranspiração da cobertura florestal em 67,9 %, e concluíram que o desmatamento em grande escala poderá diminuir drasticamente a evapotranspiração, com conseqüências diretas no balanço de água e de radiação solar, levando à expectativa de mudanças importantes nas condições climáticas da região. Estudos mais recentes que consideram os transportes horizontais de umidade do ar associados à evapotranspiração regional têm estimado uma reciclagem média anual em torno de 20% a 35%, estimativas bem menores. A quantificação da reciclagem de água é um forte indicador da importância dos processos de superfície no ciclo hidrológico, e também um indicador da sensibilidade climática relacionada às alterações nesses processos (Correia *et al.*, 2007).

A interceptação da chuva pela cobertura florestal representa uma importante parcela de água que cai sob a forma de chuva, retornando parte desta à atmosfera por evaporação antes de chegar ao solo, contribuindo assim diretamente para a massa de vapor de água precipitável na atmosfera. Segundo Tucci (1993), a interceptação da chuva pelo dossel depende de vários fatores:

- Características da precipitação e condições climáticas;
- Tipo e densidade da vegetação;
- Época do ano;

Este processo, além de afetar a redistribuição da precipitação e a economia da água no solo, desempenha significativa influência sobre a qualidade da água. Isto é particularmente evidenciado quando da remoção da cobertura florestal, pois expõe o solo à maior entrada de água e luz, e os nutrientes do solo são suscetíveis a serem transportados para as camadas mais profundas do solo e assim serem exportados do sistema solo-planta.

Qual é a importância da cobertura vegetal na hidrologia do solo?

A cobertura florestal influi positivamente sobre a hidrologia no solo (infiltração, percolação e armazenamento da água), além de diminuir o escoamento superficial (que pode ocasionar processos erosivos). Outro fator importante da cobertura protetora da floresta é o amortecimento da velocidade de queda das gotas da chuva que, aliado à vegetação herbácea e da manta orgânica, que normalmente recobrem o solo florestal, desempenham papel decisivo na dissipação da energia das gotas das chuvas, cujo impacto com a superfície do solo dá início ao processo de erosão.

A maior parte floresta de terra firme da Amazônia Central está em solo argiloso, chamado de Latossolo Amarelo. Este solo apresenta características físicas que favorecem que a água infiltre com facilidade, retém elevadas quantidades de água em seus poros, mas apenas de 11 a 18 % da água retida as plantas conseguem retirar do solo (Ferreira *et al.*, 2002). As raízes têm importante papel na dinâmica da água: nos primeiros 40 cm do solo, as chuvas freqüentes e a atividade biológica permitem condições favoráveis à absorção da água e dos nutrientes pelo sistema radicular, porém a falta de chuvas por mais de uma semana esgota a reserva de água disponível às plantas (Chauvel *et al.*, 1992).

Um estudo comparativo do armazenamento da água no solo sob floresta e sob pastagem, para um perfil de 2 m de profundidade, mostrou não haver diferenças, tanto no período seco quanto no chuvoso, na camada de 0-1 m (Hodnett *et al.*, 1995). No entanto, constataram diferenças na camada de 1-2 m no período de 19 de julho a 20 de setembro de 1991 (período seco): a perda de água para a floresta foi de 43 mm e para a pastagem, apenas 13 mm. Isto indica que, no período seco, a floresta retira água de camadas mais profundas do solo.

Alguns métodos e instrumentos para medir os componentes do balanço hídrico

Para as medidas de precipitação (P) e precipitação interna (PI) utiliza-se o pluviômetro ou pluviógrafo. A precipitação é medida em termos de volume de água (V) precipitada por unidade de área (A). O pluviômetro pode ser confeccionado a um baixo custo, utilizando-se cilindro de plástico. É recomendado que o raio do pluviômetro deva estar entre 7,5 e 25 cm. Os pluviógrafos atuais são acoplados a um sistema eletrônico de armazenamento de dados chamado “*data logger*” e são importantes para a determinação da intensidade da chuva, pois se pode medir o intervalo de tempo no qual a quantidade de chuva foi captada no aparelho (no cilindro). A Figura 5 apresenta os dois tipos de instrumentos de medida de chuva citados. A quantidade de chuva h é determinada pela relação:

$$h = V/A$$

Em que h geralmente é expresso em mm de chuva, V corresponde ao volume coletado e medido em uma proveta graduada, A corresponde à área da “boca” do cilindro ($A = \pi r^2$, mm^2).



Figura 5: Dois tipos de medidores de chuva: (a) pluviômetros (um cilindro captador e um reservatório) e (b) pluviógrafo (um cilindro captador e um registro automático de dados).

Fonte: Içá Oliveira da Costa e Sávio José Filgueiras Ferreira.

Para as medidas de escoamento superficial (ES) quando há inclinação no terreno, como exemplo, utiliza-se uma parcela ou rampa de comprimento 20 m e largura de 10 m, correspondendo a uma área de 200 m², conectada a um recipiente para receber a água que escoar por essa parcela (Reichardt, 1990).

Existem diversos métodos para a medida da umidade do solo. A Figura 06 mostra dois equipamentos: sonda de nêutrons e o TDR (*Time Domain Reflectometry*).

O princípio da metodologia da **sonda de nêutrons** na determinação da umidade do solo consiste em colocar uma fonte radioativa a uma profundidade desejada no solo (utiliza-se um tubo de acesso de alumínio, inserido verticalmente no solo) em que os nêutrons rápidos são emitidos, penetrando radialmente no solo, onde se encontram vários núcleos atômicos com os quais colidem elasticamente, perdendo energia cinética. Esta perda é máxima quando o nêutron bate com uma partícula de massa similar à sua (hidrogênio). Na prática, tem-se encontrado que a moderação de nêutrons rápidos no solo é proporcional ao conteúdo de hidrogênio no solo (com núcleos de massa similar aos nêutrons). Assim, quando os nêutrons rápidos colidem com os núcleos de hidrogênio da água do solo, esses nêutrons perdem sua máxima energia formando, ao redor da fonte radioativa, uma nuvem de nêutrons moderados (ou termalizados) os quais são captados pelo detector. Quanto mais hidrogênio no solo (mais água) mais nêutrons rápidos são moderados, maior o número de pulsos enviados ao medidor e maior a leitura.

As sondas de TDR (*Time Domain Reflectometry*) vêm sendo largamente utilizada em medidas de umidade do solo (θ_{TDR}), devido à facilidade de operação e instalação das sondas no solo. A técnica baseia-se na medida do tempo de viagem de um sinal eletromagnético através de um meio. O TDR mede a constante dielétrica do solo (K_a), na faixa de frequência de 10 MHz a 1 GHz. Esta variável no solo é principalmente dependente da umidade do solo (θ), o que proporciona que sejam correlacionadas.



Figura 6: Medidores de umidade do solo: TDR e Sonda de Nêutrons.
Fonte: Vânia Neu.

Impactos do desmatamento na qualidade e ciclagem da água na Amazônia

Os impactos do desmatamento de uma floresta influenciam os seguintes processos:

- aumento do escoamento superficial;
- redução da infiltração da água no solo pelo aumento da compactação;
- redução da evapotranspiração;
- aumento da incidência do vento sobre o solo;
- aumento da temperatura do solo;
- redução da fotossíntese;
- lixiviação dos nutrientes do solo;

Isso leva a processos de degradação dos solos. Pode-se verificar os efeitos principais neste cenário ambiental de degradação:

- alteração na qualidade da água, através do aumento da turbidez pelo aumento de partículas em suspensão;
- eutrofização, a partir da grande quantidade de nutrientes levada para os corpos d'água através do escoamento superficial;
- assoreamento dos corpos d'água;
- alteração do deflúvio, com enchentes nos períodos de chuva e redução na vazão de base quando das estiagens;
- mudanças micro e mesoclimáticas, esta última quando em grandes extensões de florestas;

- mudança na qualidade do ar (umidade), em função da redução da fotossíntese e do aumento da erosão eólica;
- redução da biodiversidade, em decorrência da supressão das flores que reduzem os corpos d'água que mantêm a flora e fauna local;
- poluição hídrica, em função da substituição da floresta por ocupação, em geral inadequada pelo avanço dos limites da área urbana.)

Na região Amazônica o desmatamento em grande escala, para plantios agrícolas ou pastagens, tem se concentrado em um arco que vai do Estado do Pará, no leste, passando pelo Mato Grosso, até Rondônia, no oeste (Uhl & Almeida, 1996). No Estado do Amazonas as taxas de desmatamentos não são tão intensas como em outros estados da região (Higuchi *et al.*, 1998). No entanto, o mesmo não vem ocorrendo em áreas urbanas, como no município de Manaus, no qual o crescimento populacional vem provocando grande aumento nos seus limites urbanos e com isso grandes áreas são desmatadas para a construção de moradias.

A cidade de Manaus é entrecortada por diversos igarapés, que constituem uma rede de drenagem bastante densa. Os moradores mais antigos puderam acompanhar o aumento da área urbana e também a degradação desses igarapés, dos quais grande parte foi utilizada como locais de lazer, e atualmente encontram-se inapropriados para esse fim, como o Banho do Parque Dez e Ponte da Bolívia, Parque Tarumã em Manaus. Esta tem sido a forma como vem ocorrendo a expansão urbana de Manaus (Figura 7). Em um espaço de tempo relativamente curto, a cidade viu seu imenso número de igarapés tornarem-se visivelmente degradados. A maioria dos igarapés (80%) na área urbana de Manaus está impactada, tendo suas características abióticas modificadas pelo desmatamento e poluição da água (Couceiro *et al.*, 2007). A expansão urbana tem ocorrido de forma horizontal, a partir da região central metropolitana de Manaus, seguindo nas direções norte, leste e oeste, sendo contida apenas por barreiras naturais, no caso os rios Negro, Amazonas e Tarumã, ou por barreiras legalmente instituídas, como

a Reserva Florestal Adolpho Ducke, localizada ao norte de Manaus e que vem sofrendo forte pressão ocupacional no seu entorno, podendo tornar-se uma grande área verde isolada sob a ação antrópica crescente. Atualmente a Reserva encontra-se como um macrofragmento florestal natural e preservado e **já esteve ameaçada pelo processo de urbanização, e foi necessária a interferência do INPA** que, juntamente com a prefeitura, possibilitou, por esta, a criação do Jardim Botânico nas margens da reserva para evitar focos de invasão.

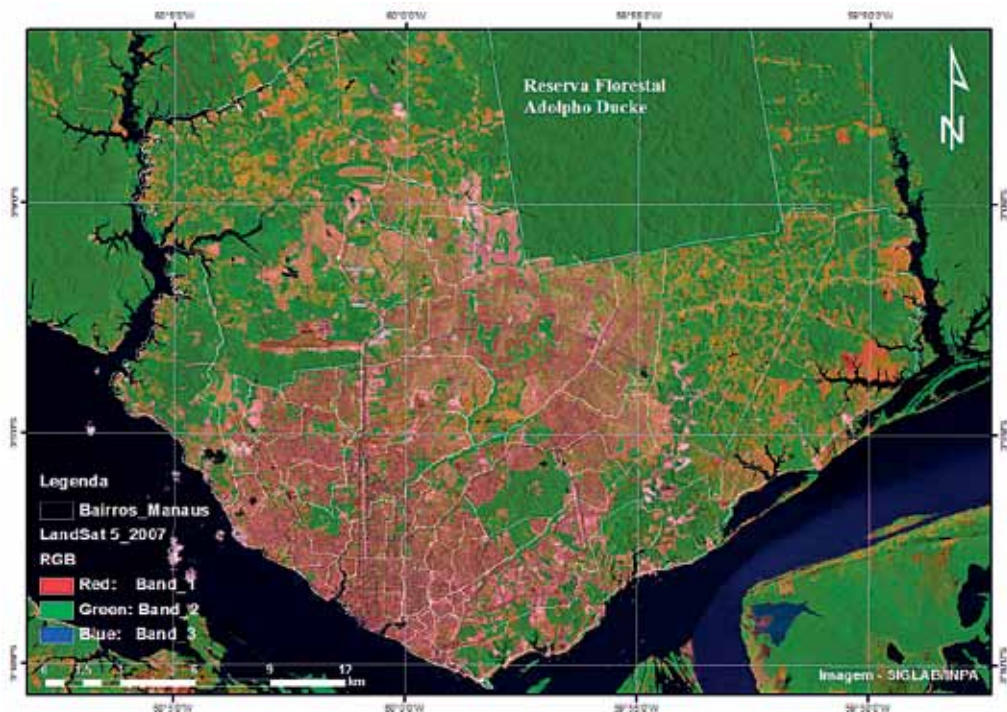


Figura 7: Imagem de parte do Município de Manaus.
Fonte: SIGLAB/INPA.



Figura 8: Igarapé Bolívia dentro da Reserva Florestal Adolpho Ducke.
Fonte: Anthony Lopes.

A maioria dos igarapés que drenam a reserva tem suas nascentes lá mesmo. No entanto, existem uns poucos igarapés que nascem fora da reserva e escoam para o seu interior. Estas nascentes sofrem um processo de ocupação desordenada, e os resíduos aí gerados são arrastados para dentro da reserva. O igarapé Bolívia (Figuras 8) tem suas nascentes dentro da reserva, mas ao receber o seu afluente, igarapé Sabiá (Figura 9) que se encontra poluído, sai da reserva impactado.

O desmatamento na Amazônia, principalmente em áreas de floresta de terra firme, tem sido foco de interesse e preocupação, não só nacional, mas mundial, uma vez que a Amazônia representa uma das últimas fronteiras florestais e a maior extensão de floresta tropical remanescente no mundo, em grande parte intocada, e de elevada diversidade biológica. Assim, a preocupação é que o desmatamento possa provocar grandes alterações no clima local e mundial.

Shukla *et al.*, (1990) usaram um modelo atmosférico e biosférico global para avaliar o efeito do desmatamento na Amazônia no clima regional e global, bem como o efeito da substituição da floresta por pastagens, concluindo que isto levaria a um aumento da temperatura, diminuição da evapotranspiração e da precipitação na região. A simulação também indicou um aumento na duração da estação seca.

Num estudo realizado em uma área de floresta de terra firme na Amazônia Central submetida à extração seletiva de madeira, Ferreira e seus colegas (2002), observaram que a temperatura das camadas



Figura 9: Igarapé Sabiá dentro da reserva Florestal Adolpho Ducke (com nascente em área urbana).
Fonte: Sávio José Filgueiras Ferreira.

superiores do solo foi influenciada pela extração seletiva de madeira: nas clareiras abertas, a luz chega com mais intensidade no solo, proporcionando temperaturas mais elevadas no centro e nas bordas das clareiras do que na floresta intacta, atingindo diferença de temperatura próxima de 10° C. No mesmo local foi verificado que o solo da clareira resultante da extração seletiva de madeira, até a profundidade de 70 cm, manteve o estoque de água em pouco mais de 10 % acima do solo sob floresta, mas foi observado um processo de recuperação das propriedades hídricas do solo (Ferreira *et al.*, 2004)

A partir dessas considerações podemos dizer que o **clima amazônico** é resultado do conjunto formado entre a **atmosfera**, a **floresta** e os **rios**. A floresta não é simples consequência do clima. Ao contrário, a floresta amazônica tem um papel fundamental na ciclagem da água e conseqüentemente no clima da região. A metade da chuva é atribuída à água reciclada pelas árvores e a transformação de áreas de floresta em pastagem poderá ter efeitos importantes na ciclagem da água e precipitação. Isso acontece, pois a evapotranspiração é proporcional à área foliar e a quantidade de água reciclada pela floresta é muito maior do que a quantidade reciclada pela pastagem que, na época seca, especialmente, fica seca, enquanto a floresta permanece verde (Fearnside, 2003). O equilíbrio hoje existente depende da atual cobertura vegetal. Portanto, como alerta Salati (1985), a transformação de grandes áreas de floresta por outros tipos de cobertura (pastagem, agricultura anual) podem causar modificações climáticas, porque introduzem alterações no balanço hídrico da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calijuri, M.C.; Bubel, A.P. 2006. Conceituação de microbacias. p 45-59. In: Lima, W.P.; Zakia, M.J.B (Orgs). *As florestas plantadas e a água – Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento*. RiMa, São Carlos, São Paulo.

Câmara, C.D. 1999. *Efeitos do corte raso do eucalipto sobre o balanço hídrico e a ciclagem de nutrientes em uma microbacia experimental*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, São Paulo. 75 pp.

Chauvel, A.; Vital, A.R.T.; Lucas, Y.; Desjardins, T.; Franken, W.; Luizão, F.J.; A-Araguás, L.; Rozanski, K.; Bedmar, A.P. 1992. O papel das raízes no ciclo hidrológico da floresta Amazônica. In: *VII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Anais. São Paulo. p. 29-37.

Clark, R; King, J. 2005. *O Atlas da água*. Trad. Anna Maria Quirino. Publifolha, São Paulo, SP. 128 pp.

Correia, F.W.S.; Manzi, A.O.; Cândido, L.A.; Santos, R.M.N.; Pauliquevis, T. 2007. Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. *Ciência e Cultura*. 59(3): 39-43.

Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Luz, S.L.B.; Forsberg, B.R.; Pimentel, T.P. 2007. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. *Hydrobiologia*. 575:271–284.

Cunha, H.B.; Silva, M.L.; Cândido, L.A. Ferreira, S.J.F.; Franken, W.K.; Marques Filho, A.O. 2008. O mundo das águas. Amazônia – A floresta e o futuro. *Scientific American Brasil*. 2: 6-13.

Fearnside, P.M. 2003. *A floresta amazônica nas mudanças globais*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 134 pp.

Ferreira, S.J.F.; Luizão, F.J.; Mello-Ivo, W.; Ross, S.M.; Biot, Y. 2002. Propriedades físicas do solo após extração seletiva de madeira na Amazônia central. *Acta Amazonica*. 32(3): 449-466.

Ferreira, S.J.F.; Luizão, F.J.; Ross, S.M.; Biot, Y.; Mello-Ivo, W.M.P. 2004. Soil water storage in an upland forest after selective logging in Central Amazonia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 28: 59-66.

Hartmann, D.L. 1994. *Global physical climatology*. Academic Press, San Diego, Califónia,USA. 411 pp.

Higuchi, N.; Santos, J.; Vieira, G.; Ralfh, J.R.; Sakurai, S.; Ishizuka, M.; Sakai, T.; Tanaka, N.; Saito, S. 1998. Análise Estrutural da floresta primária da Bacia do rio Cuieiras, ZF-2, Manaus-AM, Brazil. p. 52-81. In: Higuchi, N.; Campos, M. A. A.; Sampaio, P. T. B.; Santos, J. (Eds). *Pesquisas Florestais para a Conservação da Floresta e Reabilitação de áreas Degradadas da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.

Hodnett, M.G.; Silva, L.P.; Rocha, H. R.; Senna, R.C. 1995. Seasonal soil water storage changes beneath central Amazonian rainforest and pasture. *Journal of Hydrology*. 170: 233-254.

Leopoldo, P.R.; Chaves, J.G.; Franken, W.K. 1993. Solar energy budgets in central Amazonian ecosystems: a comparison between natural forest end bare soil areas. *Forest Ecology and Management*. 59: 313-328.

Moraes, S. O. 1991. Heterogeneidade hidráulica de uma terra roxa estruturada. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. Piracicaba, São Paulo. 141 pp.

Nobre, C.A.; Gash, J. 1997. Desmatamento muda clima da Amazônia. *Ciência Hoje*. 22 (128): 32-41.

Pizzatto, L. E Pizzato, R. (Orgs). 2009. *Dicionário Socioambiental Brasileiro*. Curitiba, Tecnodata Educacional.

Reichardt, K. 1990. *A água em sistemas agrícolas*. Editora Manole, São Paulo. 188 pp.

Reichardt, K. 1985. *Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera*. 4 ed. Fund. Cargill. 445 pp.

Ribeiro, A. 1991. *Análise das variações climáticas observadas na região de Manaus (AM)*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, São Paulo. 131 pp.

Salati, E. 1985. A floresta e as águas. *Ciência Hoje*. 3: 58-94.

Salati, E. 1983. O clima atual depende da floresta. p. 15-44. In: Salati, E.; Junk, W.J.; Schubart, H.O.R; Oliveira, A., (Eds). *Amazônia, desenvolvimento, integração e ecologia*. São Paulo, Brasiliense.

Shukla, J.; Nobre, C.; Sellers, P. 1990. Amazon Deforestation and climate change. *Science*. 247: 1322-1325.

Silveira, A.L.L. 1993. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. p. 35-51. In: Tucci, C. E. M., (Org). *Hidrologia: ciência e aplicação*. ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, EDUSP, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Sioli, H. 1991. *Amazônia – Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Vozes, Petrópolis, RJ. 73 pp.

Tucci, C.E.M. 1993. Interceptação. . p. 243-252. In: Tucci, C. E. M. (Org). *Hidrologia: ciência e aplicação*. ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, EDUSP, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Tundisi, J.G.; Tundisi, T.M. 2005. *A água*. Publifolha, São Paulo, SP. 126 pp.

Tundisi, J.G. 2003. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. *Ciência e Cultura*. 55(4): 31-33.

Uhl, C; Almeida, O. 1996. O desafio da exploração sustentada na Amazônia. p. 1-6. In: Almeida, O.T. (Ed). *A evolução da fronteira Amazônica: oportunidade para um desenvolvimento sustentável*. IMAZON, Belém, Pará.



Fonte: Fábio Penna

A floresta amazônica é um grande e complexo emaranhado de interações, que depende da sobrevivência dos organismos que nela vivem.

Camila Carla de FREITAS
Rosemary Silva VIEIRA
Manoela Lima de Oliveira BORGES
Francisco Felipe XAVIER FILHO
Catarina da Silva MOTTA

Introdução

A bacia amazônica cobre uma vasta área - 6 milhões de quilômetros quadrados – com território em nove países da América do Sul. Com estas proporções, ela é considerada a maior e mais diversa floresta tropical do planeta. A floresta amazônica abrange muito além do “mundo” vegetal, uma grande riqueza animal cuja existência é indissociável por vários motivos que veremos neste capítulo.

Nesse sistema florestal há um “mundo” animal imenso e tão diverso que a ciência procura descobrir. Algumas pesquisas indicam que a Amazônia abriga pelo menos 40.000 espécies de plantas, 427 de mamíferos, 1.294 de aves, 378 de répteis, 427 de anfíbios e cerca de 3.000 espécies de peixes (Cf Rylands, *et al.*, 2002). Para alguns grupos não é possível estimar uma quantidade de espécies, como no caso dos invertebrados, que ainda possuem muitos indivíduos não identificados ou nem sequer descobertos pelos pesquisadores.

Esta mega diversidade de espécies acaba participando, direta ou indiretamente, da manutenção da floresta amazônica, o que justifica os grandes esforços para evitar a perda de espécies. Aparentemente mais sutil que a extinção de espécies, existe o problema da **perda de interações bióticas** acarretadas por perturbações antrópicas.

As interações bióticas são relações ecológicas que os organismos vivos mantêm entre si e podem acontecer de diferentes formas: animal-planta, planta-planta e animal-animal. Essas interações são importantes para a manutenção da integridade do ambiente, como também podem

participar de uma série de serviços à humanidade. Por exemplo, a produção de alimentos depende da polinização por agentes bióticos, tanto para plantas nativas quanto para a agricultura intensiva.

As interações entre os seres vivos podem ser divididas em relações harmônicas e desarmônicas. As **relações harmônicas** são caracterizadas pelo benefício mútuo entre os seres vivos, ou de apenas um deles, sem o prejuízo do outro. As **relações desarmônicas** são caracterizadas pelo prejuízo de um de seus participantes em benefício do outro. Embora possa parecer que as relações desarmônicas sejam danosas, é fundamental que existam esses dois tipos de relações (harmônicas e desarmônicas) para garantir o equilíbrio entre as populações e a adequada manutenção do ambiente natural.

As interações que ocorrem entre organismos da mesma espécie são denominadas relações intraespecíficas. Quando as relações acontecem entre organismos de espécies diferentes, recebem o nome de interespecíficas.

A floresta amazônica abriga inúmeros tipos de relações ecológicas, que são fundamentais para sua manutenção. Este capítulo apresenta alguns tipos de relações ecológicas utilizando exemplos comuns e/ou representativos da floresta amazônica, com o intuito de levar um pouco da realidade local para as salas de aula. Além disso, destina a seção final a curiosidades da fauna amazônica e dinâmicas educativas, que podem tornar o processo educativo mais lúdico e interessante.

Relações Desarmônicas

Parasitismo

O parasitismo é uma relação desarmônica interespecífica, que possui como característica marcante ser íntima e duradoura, porque se o parasita mata rapidamente seu hospedeiro coloca em risco sua própria sobrevivência.

Parasita é um organismo (animal ou planta) que consome recursos necessários para sua sobrevivência, retirados de outro organismo (hospedeiro).

Simbologia: Parasita (+)/Hospedeiro (-)

A simbologia é utilizada para indicar qual espécie se beneficia e qual se prejudica com a interação.

Entre diversos tipos de classificações, podemos observar os parasitas quanto à sua localização no corpo do hospedeiro. Assim, os parasitas que vivem externamente no corpo do hospedeiro são chamados de **ectoparasitas**. Existem exemplos corriqueiros como: os piolhos e carrapatos que podem ser ectoparasitas do homem e as pulgas que se hospedam em animais domésticos como cães e gatos. Também existem exemplos menos conhecidos como os pequenos crustáceos (animais minúsculos, parentes dos caranguejos) que infestam a pele e as guelras dos peixes. Um matrinchá (*Brycon* sp.) pode carregar cerca de 200 destes parasitas.

De um modo geral, encontramos grande diferença no tamanho – muitos parasitas pequenos podem se instalar em um único hospedeiro. Mas há casos em que tratamos de parasitas e hospedeiros em grupos ou dimensões semelhantes, é o que acontece com duas espécies de passarinho – o chico-preto (*Molothrus bonariensis*), que atua como parasita e a pi-

pira (*Ramphocelus carbo*), o hospedeiro (Figura 1). A fêmea do chico-preto coloca seus ovos no ninho da pipira e espera que ela crie seus filhotes. Se a pipira-mãe não percebe estes ovos estranhos, os filhotes de chico-preto roubam a maior parte da comida trazida pelos pais adotivos. Enquanto isso os filhotes naturais vão enfraquecendo até morrer ou podem ser colocados para fora do ninho.

Em outra categoria de parasitas há aqueles que vivem dentro do seu hospedeiro – os **endoparasitas**. Muitas espécies de protozoários e vermes podem usar o homem ou outros animais como hospedeiros, causando a morte nos casos mais extremos, de uma infestação intensa. Exemplos comuns são o plasmódio que causa a malária e as amebas, lombrigas e solitárias que acarretam desordens no sistema digestivo, muitas vezes provocando diarréias. Para contribuir na prevenção dessas parasitoses, são necessárias instalações sanitárias e atitudes mais higiênicas nos centros urbanos e rurais.

Na floresta, os macacos guaribas (Figura 2) se afastam dos galhos onde estão comendo ou descansando, para escolher lugares para defecar. Eles costumam sentar em um galho onde poucas folhas serão

Figura 1: Relação de parasitismo entre aves. À esquerda, o chico-preto (*Molothrus bonariensis*), que atua como parasita e à direita a pipira (*Ramphocelus carbo*), o hospedeiro.
Fonte: Anselmo d’Affonseca.



atingidas pelas fezes, o que pode ser uma estratégia para evitar a auto-contaminação ou contaminação dos outros macacos do bando.



Figura 2: O macaco guariba (*Alouatta macconnelli*).
Fonte: Anselmo d’Affonseca.

Predação

A predação é uma interação ecológica também representada por um organismo que ganha e outro que perde.

Predador = quem come (+)
Presas = quem é comido ou sugado (-)

Podemos encontrar predadores herbívoros que são aqueles que se alimentam de plantas e vegetais. Na floresta há muitos animais que se alimentam exclusivamente de plantas como anta, bicho-preguiça, veado e várias espécies de macacos. Esses são animais grandes e podem ser vistos de longe. Agora, se você se aproximar e puder ver as plantas de perto, encontrará muitas espécies de gafanhotos, tesourinhas, cigarras, percevejos, besouros, moscas e mosquitos, formigas e lagartas. Todos esses animais são insetos herbívoros, ou pequenos animais herbívoros.

Os insetos representam 70% dos animais da Terra, e mais de 500.000 espécies são herbívoras.

Além de comedores de folhas, os insetos herbívoros também comem brotos, botões florais, flores abertas, frutos, madeira dos galhos e troncos. Aqueles que não podem comer, sugam substâncias líquidas chamadas seivas vegetais, como os pulgões e as cigarras.

Curiosidade

A formiga saúva corta folhas, mas não é um animal herbívoro!!! Uma colônia de formigas saúva corta folhas e carrega para o ninho, mas as folhas servem para alimentar um fungo que vive dentro do ninho. As saúvas comem este fungo, por isso o “cultivam” com o cuidado de sempre mantê-lo bem nutrido. Portanto elas são micófagas. Uma colônia pode cortar 10 metros quadrados de folha por dia.

Os animais predadores carnívoros são animais que se alimentam de outros animais, como as onças, gaviões, corujas, entre outros. Além dos grandes carnívoros, um exemplo interessante de predador que vive na floresta é a formiga taóca ou formigas de correição (Figura 3). Essas formigas formam verdadeiros exércitos contendo milhares de indivíduos e conseguem caçar presas que podem ser muitas vezes maior que elas devido à atividade de caça em grupo. Durante a atividade de caça, as formigas sobem pela vegetação e percorrem o chão da floresta, procurando por artrópodes e pequenos vertebrados para se alimentar.

Estes artrópodes podem ser outras formigas, gafanhotos, baratas, aranhas e outros em menores proporções. Com a passagem de tanta formiga caçadora, ocorre grande movimentação de animais que tentam fugir correndo, pulando e voando em várias direções para escapar ao ataque. Esta movimentação torna estes animais-presas mais expostos, facilitando que sejam explorados por outros predadores, vertebrados e invertebrados, conhecidos como seguidores de formigas.

Entre os principais seguidores de formigas taóca estão algumas espécies de aves (Figura 4). De 10 à 20 espécies de pássaros são vistas

frequentemente acompanhando as formigas de forma organizada, competindo e lutando pelas presas. As aves se organizam ao redor dos caminhos de formigas. As áreas centrais, onde se concentra a maior quantidade de presas espantadas, são ocupadas por aves maiores e/ou mais agressivas, que afastam as outras aves para as áreas mais periféricas e com menos presas. A organização das aves também é favorecida pela habilidade que elas possuem de utilizar diferentes tipos de poleiro, algumas usam os galhos



Figura 3: Formigas de correição ou taóca (*Eciton burchelli*) forrageando no chão da floresta.

Fonte: Rosemary S. Vieira.



Figura 4: Aves “seguidores obrigatórios” de formigas de correição. Acima à esquerda a mãe-de-taoca-de-garganta-vermelha (*Gymnopithys rufigula*) e à direita o arapaçu-da-taoca (*Dendrocicla merula*). Ao lado o papa-formiga-de-topete (*Pithys albifrons*)

Fonte: Erik Jonhson.



horizontais e outras conseguem utilizar os galhos verticais. O espaço de forrageamento é dividido em diferentes alturas, com espécies que forrageiam caminhando pelo chão até aquelas que galgam os troncos e alcançam presas que sobem acima dos 10 metros de altura.

Forragear = Procurar alimento, alimentar-se.

- As aves seguidoras de formigas taóca se dividem em duas categorias:
- Seguidores obrigatórios: aves que obtêm mais de 50% de seu alimento forrageando junto aos enxames,
 - Seguidores facultativos: aves que procuram a maior parte do seu alimento independentemente das formigas.

Outros vertebrados, como sapos, lagartos e macacos são predadores oportunistas dos enxames. Também existem associações das formigas com outras espécies de artrópodes.

A presença das formigas de correição em uma determinada área influencia diretamente a estrutura da comunidade de artrópodes. O padrão de forrageamento das formigas de correição contribui para evitar uma dominância de espécies de invertebrados altamente competitivos. A predação destes indivíduos abre espaço para outras espécies de artrópodes que não são predadas, favorecendo uma maior diversidade

Curiosidade

Uma colônia de formiga taóca da espécie *Eciton burchelli* consome por dia cerca de 50 gramas de insetos (peso seco) e mais 50 gramas são consumidas pelas aves seguidoras.

Cinquenta gramas equivale ao peso de 5 moedas de 1 real.

Imaginem quantas baratas, aranhas ou formiguinhas representam esse peso!!!

local de invertebrados. Portanto, as formigas taóca assumem uma importante função na manutenção da diversidade de espécies de animais invertebrados das áreas por onde passam caçando, além de constituir uma complexa rede de interações com os animais seguidores.

RELAÇÕES HARMÔNICAS

Mutualismo

O mutualismo é uma relação harmônica interespecífica, que confere benefícios mútuos aos participantes, ou seja, ambos são beneficiados. Abaixo serão descritos dois tipos de interações mutualísticas com exemplos amazônicos.

A frugivoria e a dispersão de sementes

A frugivoria é um tipo de relação entre animais e plantas muito importante para a manutenção das florestas e distribuição espacial de plantas, além de ser conhecida como uma relação **mutualística**.

Frugivoria é o ato de alimentar-se de frutos. Muitos animais consomem, principalmente frutos em sua dieta, sendo considerados frugívoros.

Ao se alimentar dos frutos, os vertebrados obtêm água e nutrientes. Após a ingestão dos frutos muitas sementes são eliminadas inteiras pela defecação ou regurgitação. Devido ao deslocamento natural dos animais, as sementes são removidas das imediações da planta-mãe, constituindo o processo de dispersão de sementes. Este processo também traz benefícios às plantas, pois as sementes são depositadas em locais com menor grau de predação e competição, o que aumenta as possibilidades de germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas, como explicado pelo “**Modelo de Janzen-Connell**”.

Modos de dispersão de sementes

A dispersão de sementes pode ser feita através de diversos mecanismos: **zoocoria** (dispersão pelos animais), **anemocoria** (dispersão pelo vento), **hidrocoria** (dispersão pela água), **barocoria** (dispersão pela gravidade) e **antropocoria** (dispersão pelo homem).

A zoocoria é um dos mais importantes mecanismos de dispersão de sementes nas regiões tropicais. Acredita-se que cerca 50% a 90% de todas as espécies de árvores das florestas tropicais apresentam dispersão por animais. Os grupos mais representativos deste tipo de interação são as aves e mamíferos, com 20% a 50% de suas espécies consumindo frutos ao menos durante parte do ano.

A dispersão de sementes por animais ou zoocoria pode conter 03 tipos de processo:

O Modelo de Janzen-Connell

Os trabalhos independentes de Janzen (1970) e Connell (1971) contribuíram para a elaboração de um modelo para explicar a diversidade de plantas nos trópicos e os benefícios da dispersão de sementes. Segundo esses estudos, a mortalidade das sementes e plântulas está relacionada com a densidade. Nos locais próximos à planta-mãe existe maior densidade de sementes e plântulas, o que facilita sua detecção por parte de patógenos (especialmente fungos) e predadores. Então, o modelo propõe que a mortalidade da semente reduz à medida que a distância da planta-mãe aumenta. Além disso, quando concentradas em um local, as plântulas tendem a competir entre si por recursos reduzidos, como luz, água e nutrientes.

- **Endozoocoria:** quando a semente sofre ingestão, passa dentro do aparelho digestivo do animal e ocorre posterior liberação através da defecação. Este é o processo mais freqüente na dispersão de sementes por vertebrados. No entanto, para ocorrer o processo de dispersão as sementes não podem ser danificadas pelos dentes ou estômago dos frugívoros durante seu consumo.
- **Sinzoocoria:** quando as sementes são propositalmente carregadas, principalmente pela boca, mas também pelas mãos.
- **Epizoocoria:** quando as sementes são carregadas acidentalmente. Este é o caso de algumas plantas que desenvolveram frutos adaptados ao transporte externo pelo animal, como frutos providos de estruturas aderentes (espinhos, ganchos ou exsudatos viscosos) que se fixam ao pelo dos mamíferos. Por exemplo: Picões e carrapichos.

A dispersão de sementes também pode receber nomes específicos de acordo com seus agentes dispersores, como apresentado na tabela abaixo:

■ **Tabela 1:** Tipos de dispersão realizada por animais.

Agentes dispersores	Tipos de dispersão
Formigas	Mimercocoria
Peixes	Ictiocoria
Répteis	Saurocoria
Aves	Ornitocoria
Morcegos	Quiroptercoria
Mamíferos não-voadores	Mamaliocoria

Os principais vertebrados frugívoros dispersores de sementes são aves (Figura 5), macacos (Figura 6) e morcegos (Figura 7). Quase não existe frugivoria e dispersão entre os anfíbios. Existem muitas espécies de aves amazônicas que atuam como importantes dispersores de



Figura 5: Aves frugívoras e dispersoras de semente. Da esquerda para direita: sete-cores-da-amazônia (*Tangara chilensis*), surucuá-violáceo (*Trogon violaceus*), saíra-diamante (*Tangara vella*), saíra-negaça (*Tangara punctata*), anambé-pompadora (*Xipholena punicea*) e saíra-carijó (*Tangara varia*).
Fonte: Anselmo d’Affonseca.



Figura 6: Macacos frugívoros e principais dispersores de sementes. À esquerda o macaco-aranha (*Ateles paniscus*). **Fonte:** Anselmo d’Affonseca. À direita, o macaco barrigudo (*Lagothrix lagothricha*). **Fonte:** André Pinassi Antunes.

sementes. Entre os macacos amazônicos, os principais dispersores são os macacos-aranha (gênero *Ateles*) e o macaco barrigudo (gênero *Lagothrix*), que possuem sua dieta principalmente baseada em frutos e são os maiores primatas amazônicos, capazes de engolir grandes sementes. Outras espécies de macacos também alimentam-se de frutos, mas possuem sua dieta mais diversificada, alimentando-se de folhas, insetos, exudatos e sementes (granivoria).

Apesar de serem comumente conhecidos por se alimentarem de sangue, existem apenas 03 espécies de morcegos exclusivamente hematófagas, restritas às Américas. A maioria das espécies é insetívora, mas grande parte também se alimenta de frutos. Os morcegos frugívoros (Figura 7) compreendem metade das espécies do Brasil e suas fezes, também chamadas de guano, são ricas em sementes. Durante o dia, os morcegos se abrigam em cavernas, ocos de árvores e, até mesmo, embaixo de pontes, sendo que o solo desses locais fica repleto de guano.

Embora menos conhecido, os peixes são importantes dispersores de sementes de florestas alagadas, juntamente com aves, macacos e tartarugas. O período chuvoso da Amazônia contribui para a expansão



Figura 07: Morcegos frugívoros e dispersores de sementes. Superior, à esquerda, *Carollia perspicillata* alimentando-se de *Piper* sp.; à direita, *Platyrrhinus lineatus* alimentando-se do fruto de *Diospyros hispida*. **Fonte:** Marco A. R. Mello (<http://web.me.com/marmello/>). Inferior, à esquerda, *Vampyressa bidens*; à direita, germinação de guano. **Fonte:** Paulo E. D. Bobrowiec.

do ambiente aquático, permitindo que os peixes tenham acesso às várzeas e igapós para a procura de alimentos. Coincidentemente, neste mesmo período ocorre a frutificação de muitas espécies arbóreas de florestas alagadas, aumentando a disponibilidade de frutos nestes ambientes. Com isso, os peixes frugívoros consomem grandes quantidades e variedades de frutos e sementes que caem na água. Devido às adaptações específicas, a maioria das sementes é capaz de flutuar, possibilitando sua dispersão pela água, mas os peixes, ao ingerirem as sementes, conseguem realizar seu transporte rio acima. Estudos indicam que a maioria das sementes não perde a capacidade de germinação quando os frutos são ingeridos

por determinadas espécies, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Myleus* spp. e *Mylossoma* spp.), bacu (*Megalodoras* spp.), mandi (*Pimelodus* spp.) e cachorro de padre (*Auchenipterichthys longimanus*). Além destes, mais de 200 espécies de peixes consomem frutos e sementes na Amazônia, indicando a importância de conservar as várzeas e igapós para a manutenção dos peixes e vice-versa.



Figura 08: Animais dispersores de sementes grandes. Esquerda, cutia (*Dasyprocta agouti*).

Fonte: Anselmo d’Affonseca.

Direita, ouriços de castanha roídos por cutias, chamados “boca de cutia”.

Fonte: Ricardo Scoles.

Abaixo, anta (*Tapirus terrestris*).

Fonte: Nonato dos Santos Amaral.

As antas (*Tapirus terrestris*) e cutias (*Dasyprocta* spp.) são fundamentais para a dispersão de sementes grandes (acima de 2,5 centímetros de diâmetro), que os outros animais não conseguem engolir. A cutia é um animal roedor, essencialmente predador de sementes, no entanto são considerados importantes dispersores de sementes de árvores tropicais que produzem frutos lenhosos (Figura 8). As cutias conseguem abrir os frutos caídos no chão, devido ao fato de possuírem dentes incisivos e musculatura facial extremamente forte. São consideradas a principal espécie animal dispersora da castanheira do Brasil (*Bertholletia excelsa*), um importante produto florestal não madeireiro amplamente comercializado na região amazônica. As cutias alimentam-se de apenas algumas sementes e enterram o restante para fazer um estoque que possa ser consumido em outras estações do ano, mas nem sempre conseguem utilizá-lo. Às vezes, elas mudam de território, esquecem o local ou são predadas, o que favorece a germinação das sementes enterradas.

Outro “agente” de dispersão das castanheiras do Brasil são os “castanheiros”, populações humanas que vivem em áreas florestais da Amazônia e realizam o extrativismo das sementes de castanha para co-



Figura 9: Castanheiros no trabalho de coleta da castanha. À esquerda, o transporte da castanha com cesto de fibra. À direita, castanheiros descascando as castanhas.

Fonte: Ricardo Scoles.

Animais granívoros

Os animais granívoros ou **predadores de sementes** são aqueles que possuem como exclusivo ou principal alimento as sementes de plantas ou grãos. Os granívoros podem ser encontrados em muitas famílias de vertebrados e invertebrados (especialmente mamíferos, aves e insetos). Esses animais alimentam-se das sementes danificando-as, o que inviabiliza sua futura germinação. Por isso, em geral os granívoros não são considerados dispersores de sementes. No entanto, existem exceções, a cutia é um ótimo exemplo.

mercialização. Durante suas atividades de coleta da castanha (abertura do ouriço, transporte, lavagem e armazenagem), os castanheiros deixam algumas sementes caídas sobre o solo (Figura 9). Com isso, acabam favorecendo a dispersão da castanheira involuntariamente, antropocoria (dispersão pelo homem) não proposital. Alguns pesquisadores acreditam que populações humanas do passado (ameríndios) podem ser os principais responsáveis pela existência de “castanhais”, áreas na mata com aglomeração de castanheiras, que geralmente localizam-se próximo a sítios arqueológicos e áreas de terra preta. Também existe a antropocoria voluntária (proposital), como no caso das plantas cultivadas.

Muitos grupos de animais invertebrados também se alimentam de frutos, como moscas e besouros, mas poucas espécies conseguiram estabelecer a relação mutualística de dispersão de sementes. Entre os invertebrados, algumas espécies de formigas se destacam por conseguir realizar a dispersão de sementes de várias espécies. Algumas sementes possuem uma substância oleosa em sua parte externa, chamada elaiossoma, que é atrativa e nutritiva para as formigas. Essa substância também é utilizada como apoio para que as formigas possam transportar as sementes até o ninho. As formigas se alimentam do elaiossoma e deixam as sementes no ninho ou arredores, que depois podem germinar longe da planta-mãe.

Cerca de 10% das plantas utilizam os fatores abióticos (chuvas, ventos e rios) na dispersão e 90% delas aproveitam os animais frugívoros. A cooperação é essencial para que as plantas mantenham determinadas espécies de animais na região. Os animais dependem das plantas para se alimentar, e elas deles para se reproduzir.

A íntima relação entre os animais e as plantas influencia a estrutura genética e demográfica das populações de plantas zoocóricas. Por outro lado, os animais frugívoros dependem da disponibilidade de frutos para continuarem utilizando determinadas áreas. Portanto, o processo de frugivoria e dispersão de sementes é essencial para a manutenção do ciclo reprodutivo de muitas espécies de plantas, além de ser determinante para a sobrevivência dos animais frugívoros. A ausência destes animais colocaria em risco o processo de dispersão de sementes e, conseqüentemente, o equilíbrio que sustenta estes frágeis ambientes. A caça é um dos fatores que diminui a quantidade de animais na natureza, afetando principalmente os animais de grande porte, que são responsáveis pela dispersão de grandes sementes. Então, sinônimo de floresta saudável é floresta com animais.

Plantas mirmecófitas e formigas mimercófilas: uma troca de “favores”

As plantas passam por constantes ataques de herbívoros, porque constituem um importante recurso alimentar. Para se defender desses ataques, as plantas contam com mecanismos químicos (produção de compostos secundários como alcalóides e taninos) e físicos (dureza foliar, espinhos). Esses mecanismos, conhecidos como defesa direta, podem afetar diretamente a atividade dos herbívoros. Assim como existem mecanismos diretos de defesa contra herbivoria, também existem mecanismos indiretos, como a associação das plantas com inimigos naturais dos herbívoros. Existem casos em que a planta se especializa em produzir estruturas morfológicas que vão abrigar esses inimigos naturais dos herbívoros. Essas estruturas podem ser chamadas de domáceas. As domáceas são colonizadas por formigas (Figura 10) e, em alguns casos, compartilham o espaço com ácaros.



Figura 10: À esquerda estrutura de domáceas com colônia de formigas.

Fonte: Paulo E. D. Bobrowiec. Abaixo estrutura de domáceas presente em *Tococa* sp.

Fonte: Marco A. R. Mello (<http://web.me.com/marmello/>).



Planta mirmecófitas significa “planta-de-formiga”, pois o termo mirmecófitas é derivado das palavras gregas *myrmex* (formiga) e *phyto* (planta).

Em geral, as plantas mirmecófitas investem pouco em defesas químicas ou físicas, logo se tornam dependentes da presença das formigas para sua sobrevivência e sucesso reprodutivo.

As domáceas podem ser estruturas como espinhos, galhos ou caules ociosos e bolsas dilatadas no pecíolo da folha. Nas folhas, podem ser evidenciadas sob forma de tufo de tricomas (estruturas que lembram pêlos) ou cavidades (com ou sem tricomas) localizadas nas junções entre a nervura principal e as secundárias, cuja entrada está localizada na face abaxial das folhas.

As formigas se beneficiam ao abrigar-se nas domáceas, pois estas representam um local seguro para a reprodução (oviposição), além de servir como proteção contra predadores e refúgio contra condições abióticas adversas (por exemplo, danos no ninho causados por alagamentos decorrentes da chuva). Com isso, as domáceas favorecem maior fecundidade e/ou sobrevivência desses organismos.

A planta *Maieta guianensis* (família Melastomataceae) e a formiga *Pheidole minutula*, exemplificam um caso onde a planta oferece abrigo para a colônia. Nessa interação as formigas se alimentam dos insetos que elas encontram sobre as folhas da planta. Também é muito comum que nessa

espécie de planta habitem coccídeos (conhecidos como cochonilhas) no interior das domáceas. Esses coccídeos sugam a seiva do floema da planta e liberam um exudato rico em nutrientes que será consumido pelas formigas. Em momentos de total escassez de recursos, as formigas podem consumir os coccídeos.

Existem casos em que as plantas, além do abrigo também podem oferecer recursos alimentares para as formigas. No caso das cecrópias (plantas pertencentes à família Urticaceae), como as embaúbas, as formigas *Azteca* spp. ocupam regiões ocas dentro dos troncos e o gás carbônico gerado pela atividade das formigas pode ser utilizado pela planta para fotossíntese. Então, além de defender a planta contra insetos herbívoros, as formigas também podem beneficiar as plantas fornecendo nutrientes essenciais a partir de detritos que depositam nos ocos do troco. Em contrapartida, as embaúbas fornecem mais do que um abrigo para as formigas, pois secretam uma substância rica em glicogênio, lipídios e proteínas, chamados corpúsculos mullerianos (Figura 11). Esses corpúsculos são secretados na base dos pecíolos das folhas e são capazes de suprir quase totalmente as necessidades da colônia.

Em troca de abrigo e alimento, as formigas defendem a planta contra o ataque de herbívoros. Em alguns casos as formigas podem exercer ação herbicida ao inibirem o crescimento e o estabelecimento de outras espécies vegetais que poderiam competir por recursos com a planta hospedeira. Portanto, as plantas também se beneficiam pela redução do ataque de herbívoros e/ou patógenos.



Figura 11: Acima entrada do ninho das formigas no caule de embaúba, à direita corpúsculos mullerianos secretados pela embaúba.

Fonte: Marco A. R. Mello (<http://web.me.com/marmello/>).



Existem diferentes tipos de interações entre os organismos vivos, que são determinados por diferentes espécies. Por exemplo, as formigas são vistas geralmente como prejudiciais para as plantas, a exemplo das formigas cortadeiras. No entanto, apresentamos acima a relação entre a formiga *Azteca* spp. e as embaúbas, que beneficia ambos indivíduos. Neste sentido, cada espécie possui sua importância na manutenção do ambiente, sendo necessário e importante conservar a biodiversidade total. Como vimos, uma espécie de formiga não possui o mesmo papel que outra espécie, acontecendo de forma semelhante com outros organismos como os macacos, os peixes, as aves, entre muitos outros.

Os exemplos apresentados neste capítulo indicam que a floresta é um grande e complexo emaranhado de interações, que depende da sobrevivência dos organismos que nela vivem.

Grandes perturbações antrópicas como o desmatamento de florestas, podem afetar diretamente a biodiversidade, favorecendo a extinção de espécies. No entanto, atividades antrópicas de menor grandeza, como a caça de animais dispersores de sementes, também podem influenciar negativamente a dinâmica florestal, podendo resultar na perda de interações bióticas.

Neste sentido, torna-se muito importante um olhar minucioso para a floresta, procurando compreender seu funcionamento e o papel de cada organismo neste cenário. Além disso, se faz necessário nos enxergarmos como parte integrante deste sistema, entender de que forma necessitamos da floresta para nos mantermos enquanto espécie (*Homo sapiens*), e como nossas atividades diárias influenciam o ambiente, tanto o urbano quanto o natural.

A forma como interagimos com a floresta vai determinar se continuaremos fazendo uso direto dos inúmeros produtos florestais como madeira, frutos, cipós, entre outros. Ainda mais importante é compreender que a floresta presta serviços ambientais à humanidade, como a regulação dos ciclos hidrológicos e do clima global. Então, mesmo que o homem deixasse de usar madeira, frutos e qualquer outro produto florestal, ainda assim continuaria sendo “indiretamente” dependente da floresta.



Figura 12: Nome Popular:
Aranha caranguejeira,
Tarântula (*Avicularia* sp.).
Fonte: F. F. Xavier Filho

CURIOSIDADES DA FAUNA AMAZÔNICA

Animais predadores

As aranhas caranguejeiras são noturnas, ou seja, caçam à noite. São predadoras, alimentando-se principalmente de insetos, outras aranhas e de pequenos vertebrados (roedores, sapos, pererecas e outros). Vivem solitárias e durante o dia, ficam escondidas debaixo de paus podres, casca, raízes, oco de árvores e até nas casas em ambiente rural. Podem ser encontradas da Costa Rica até o Brasil.

Seu veneno não representa perigo para o ser humano, porém se irritada, sua picada pode ser dolorosa devido ao tamanho das presas. Suas cerdas (parecidas com pelos) são urticantes. É uma das grandes aranhas do mundo, sendo que o gênero *Avicularia* é nativo da América do Sul tropical, englobando um grande número de espécies. São normalmente dóceis, sendo portanto uma das aranhas mais usadas como animais de estimação. Por essa procura, é alvo no comércio ilegal de invertebrados da Amazônia.

Figura 13: Nome Popular: Tucandeira, Tocandira, Tabo-verde, Formiga de febre (*Dinoponera gigantea*)
Fonte: F. F. Xavier Filho



As tucandeiras são predadoras, alimentando-se, principalmente, de pequenos insetos. Sua picada é uma das mais dolorosas entre os insetos brasileiros. Possui um veneno neurotóxico, causando intensa dor local por períodos de até 48 horas, normalmente acompanhadas de calafrios e vômitos. Reações de urticária são comuns, principalmente em picadas múltiplas. Pode ser encontrada no Brasil na região amazônica.

A formiga tucandeira é umas das maiores espécies conhecidas, existindo exemplares de até 3 cm de comprimento. São formigas primitivas, formando pequenos ninhos de poucas dezenas de exemplares. A tucandeira não é agressiva, exceto quando em própria defesa ou de seu território. Quando irritada, no entanto, produz um ruído estridente e ferroa por um agulhão abdominal ligado a uma glândula de veneno. Há muito conhecida por alguns índios amazônicos, as tucandeiras são empregadas para testes de limite de dor entre jovens índios, em rituais de maioridade, a “cerimônia de passagem” quando no final da adolescência o jovem deve resistir heroicamente, sem chorar ao usar uma luva de cipó contendo dezenas de tucandeiras.

Parece mas não é...

A crendice popular afirma que a jequitiranabóia é uma animal venenoso “Se bate numa árvore, esta seca e se bate numa pessoa, esta morre”. Mas na verdade são absolutamente inofensivos. A jequitiranabóia alimenta-se de seiva vegetal. Algumas espécies possuem defesas triplas, ou seja, na cabeça tem uma apófise esclerotizada que funciona como uma proteção, com aspecto de cobra e/ou de jacaré. Ao ser descoberta, utiliza o recurso secundário das manchas nas asas posteriores com aspecto de olhos (manchas ocelares) e se apreendida por predador, tem o abdome recoberto por secreção de cera que o torna não palatável. São insetos grandes alcançando até 10 cm de comprimento.

Além das lendas acima citadas, uma das crenças mais interessantes é que se um homem é “ferroado” pelo inseto, ele deve achar logo uma mulher, em menos de vinte e quatro horas para manter relação sexual, senão morrerá (essa lenda vem da Colômbia, Peru e da Costa Rica). Ocorrência: Desde o México até a Argentina



Figura 14:
Nomes Populares:
Jequitiranabóia,
cigarra-cobra, cobra-do-ar,
cobra-de-asa, cobra cigarra,
cobra-que-voa,
cobra-voadora,
gafanhoto-cobra
(*Fulgora laternaria*).
Fonte: F. F. Xavier Filho

PARA EXPLICAR DE FORMA MAIS FÁCIL

Dinâmica Educativa I: “Os pés das árvores”

Sugestão de faixa etária:

Ensino fundamental e médio.

Material:

- 02 pratos de sobremesa;
- Balas sortidas embrulhadas.

Organização:

O professor será o moderador da dinâmica. O professor irá iniciar a mesma fazendo uma explicação sobre a representação de cada aluno e/ou material dentro da dinâmica, da seguinte forma:

- Sala de aula = floresta;
- Professor = árvore frutífera;
- Pratos = galhos da árvore contendo frutos;
- Balas sortidas = frutos da árvore, sendo que a bala representa a polpa carnosa e o papel do embrulho representa a semente;
- Alunos = animais frugívoros.

A dinâmica começa com o professor em pé, posicionado no início da sala, e os alunos em pé ao lado de suas carteiras.

Regras:

- 1) Os alunos não podem sair da sala de aula;
- 2) Ao se alimentarem com a bala, os alunos devem segurar o papel de bala na mão e apenas soltar ao comando do professor.

Desenvolvimento:

O professor/moderador inicia a dinâmica falando que a árvore começou a produzir frutos (o professor coloca as balas sortidas nos pratos, segurando-os com as duas mãos → árvore frutificando).

Ele anuncia que os animais frugívoros identificaram que a árvore está frutificando e que começaram a visitá-la para se alimentar (o professor fala para os alunos irem até os pratos e pegarem uma bala).

Segundo as instruções do professor/moderador, os alunos devem continuar andando pela sala, porque na natureza os animais continuam andando pela floresta à procura de outros frutos. Após algum tempo com os alunos andando espalhados pela sala, o professor dá um comando para eles soltarem os papéis de embrulho das balas e irem para o início da sala, próximo da "árvore". Os papéis de bala ficam caídos e espalhados no chão e então o professor inicia a seguinte explicação:

"As árvores sozinhas não iriam conseguir espalhar suas sementes desta forma na floresta, mas com a ajuda dos animais, que se movimentam grandes distâncias, as sementes conseguem ficar espalhadas pela floresta, então os animais representam os "pés" das árvores, quando elas precisam levar suas sementes para longe. Nesta relação, ambos organismos se beneficiam, as árvores conseguem que suas sementes sejam dispersadas e os animais se alimentam da parte carnosa dos frutos".

Dinâmica Educativa II: “Árvores sem seus pés”

Essa dinâmica deve ser conduzida imediatamente após a dinâmica “Os pés das árvores”, enquanto os papéis de bala ainda estiverem espalhados pelo chão.

Sugestão de faixa etária:

Ensino médio.

Material:

Igual ao da dinâmica anterior

Organização: Igual ao da dinâmica anterior modificando apenas a seguinte representação:

- Alunos = animais granívoros e herbívoros, fungos.

Posicionamento do professor igual ao da dinâmica anterior, como seqüência da mesma.

Regra modificada:

Ao se alimentarem com a bala os alunos devem segurar o papel de bala na mão e jogar no lixo ao comando do professor.

Desenvolvimento:

O professor/moderador inicia a dinâmica explicando que existe a mesma situação da dinâmica anterior, árvore frutificando, mas com condições diferentes, não existem mais animais frugívoros nesta floresta.

O professor inicia sua moderação falando que a árvore começou novamente a produzir frutos (professor coloca outra porção de balas sortidas nos pratos, segurando-os com as duas mãos).

O professor explica que naquela floresta não existem mais animais frugívoros, então balança os pratos deixando as balas caírem no chão, simulando um processo normal na ausência de frugívoros. As balas ficam caídas próximo da “árvore”. Neste momento o professor inicia sua explicação:

“Sem os animais frugívoros os frutos caem próximo da árvore-mãe e ficam acumulados. Para os animais da floresta que comem as sementes e as plântulas é mais fácil encontrá-las todas juntas desta forma ou espalhadas, como vimos na dinâmica anterior? (O professor pode apontar para os papéis de bala espalhados pela sala para que os alunos possam fazer uma comparação).”

Então, os frutos caídos embaixo da árvore-mãe podem ser mais facilmente encontrados por:

- animais granívoros (neste momento 1/3 dos alunos recebe permissão de pegar uma bala no chão);
- fungos, porque a polpa começa a estragar atraindo-os (outro 1/3 dos alunos recebe permissão de pegar uma bala no chão);
- herbívoros, no caso das sementes que conseguem germinar e viram plântulas (o restante dos alunos recebe permissão de pegar uma bala no chão).

Depois, todos os alunos recebem o comando de jogarem os papéis de bala no lixo, pois os granívoros e fungos destroem as sementes e os herbívoros matam a planta para se alimentar. Neste caso, as sementes e plântulas deixam de representar uma oportunidade de reprodução para as árvores.

Com isso, fica mais fácil entender que as sementes espalhadas pela floresta, se tornam mais difíceis de serem encontradas por esses animais e aumentam a probabilidade de reprodução da árvore.

BIBLIOGRAFIA

Balée, W. 1989. Cultura na vegetação da Amazônia brasileira, pp. 95-109. In: Neves, W. (Ed). *Biologia e ecologia humana na Amazônia: Avaliação e perspectivas*. SCT/PR/CNPq – Museu Paraense Emílio Goeldi. Coleção Eduardo Galvão, Belém, Pará.

Bawa, K. S.; Hadley, M. 1990. *Reproductive ecology of tropical forest plants*. Man and the Biosphere series, Paris.

Benson, W.W. 1985. Amazon ant-plants, pp. 239- 266. In: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (Eds.). *Amazonia*. Pergamon Press, Oxford.

Bücherl, W. 1980. *Acúleos que matam. No mundo dos animais peçonhentos*. Ed. Livraria Kosmos, São Paulo, 152p.

Cardoso JLC, França FOS, Wen FH, Málaque CMS, Haddad Jr V. *Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes*. São Paulo: Sarvier, 2003. 468 p.

Cohn-Haft, M. 2009. A pipira e o chico-preto. *Revista Semente da Terra*, 19:1417.

De Marco Jr., P.; Coelho, F.M. 2004. Services performed by the ecosystem: Forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1245 – 1255.

Fleming, T.H. 1987. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Annual Review of ecology and Systematics*, 18: 91-109.

Freitas, A.V.L.; Leal, I.R.; Uehara-Prado, M.; Iannuzzi, L. 2006. Insetos como indicadores de conservação da paisagem, 357-384pp. In: Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Sluys, M.V.; Alves, M.A.S. (Eds.). *Biologia da conservação: essências*. Editora Rima, São Carlos, Brasil.

Gilbert, K. A. 1997. Red howling monkey use of specific defecation sites as a parasite avoidance strategy. *Animal Behavior*, 54: 451-455.

Gottsberger, G. 1978. Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá. *Amazonia. Biotropica*, 10(3): 170-183.

Gotwald Jr, W.H. 1995. *Army ants: The biology of social predation*. Cornell University Press, Ithaca, New York.

Greenway, T. 1996. *Aventura Visual (série) vol. Florestas*. Ed. Globo S.A., Pirituba, São Paulo, Brasil. 64pp.

Holldobler, B.; Wilson, E.O. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.

Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*, 104: 501-528.

Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M.A.; Silva, W.R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação, 411-436 pp. In: Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Sluys, M.V.; Alves, M.A.S. (Eds.). *Biologia da conservação: essências*. Editora Rima, São Carlos, Brasil.

Kubitzki, K.; Ziburski, A. 1994. Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica*, 26(1): 30-43.

Lapola, D. M., Bruna E. M.; Vasconcelos, H. L. 2004. Amizade tênue: mutualismo entre formigas e plantas na Amazônia. *Ciência Hoje*, 34 (204): 2833.

Lenko, K.; Papavero, N. 1996. *Insetos no folclore*. Conselho Estadual de Artes e Ciências Humanas, São Paulo, Brasil, 446pp.

Matos, C.H.C.; Pallini, A.; Bellini, L.L.; Freitas, R.C.P. 2006. Domácias e seu papel na defesa das plantas. *Ciência Rural*, 36 (3): 1021-1026.

Mello, M.A.R. 2007. Morcegos e frutos: Interação que gera florestas. *Ciência Hoje*, 41 (241): 30-35.

Peres, C.A.; Baider, C. 1997. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 13: 595-616.

Posey, D.A. 1985. Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of Kayapó Indians of the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*, 3: 139-158.

Ricklefs, R.E. 2010. *A economia da natureza*. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil.

Romero, G.Q.; Izzo, T.J. 2004. Leaf damage induces ant recruitment in the Amazonian ant-plant *Hirtella myrmecophila*. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 675-682.

Rylands, A.B. 2002. Amazonia, pp. 56-107. In: Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Robles Gil, P.; Pilgrim, G.A.B. Fonseca, Brooks, T.; Konstant, W.R. (Eds.). *Wilderness: earth's last wildplaces*. CEMEX, Agrupación Serra Madre, S.C., Mexico.

Scoles, R. 2010. *Ecologia e extrativismo da castanheira (Bertholletia excelsa, Lecythydaceae) em duas regiões da Amazônia brasileira*. Dissertação de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 193p.

Scoles, R.; Gribel, R. 2011. Population structure of Brazil Nut (*Bertholletia excelsa, Lecythydaceae*) stands in two areas with different occupation histories in the Brazilian Amazon. *Human Ecology*, 39:455-464.

Souza, L.L. 2005. Frugivoria e dispersão de sementes por peixes na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã. *Uakari*, 1:9-17.

Thatcher, V.E. 1981. Os crustáceos parasitos de peixes da Amazônia Brasileira - *Ergasilus bryconis* n. sp. (Copepoda: Cyclopoidea) da matrinhã (*Brycon melanopterus* (Cope)). *Acta amazonica*, 11(3) 439-444.

Vasconcelos, H.L. 1991. Mutualism between *Maieta guianensis* Aubl., a myrmecophytic melastome, and one of its ant inhabitants: ant protection against insect herbivores. *Oecologia*, 87: 295-298.

Vieira, R.S.; Höfer, H. 2010. Os pequenos mundos que formam a grande floresta: Relações inter-específicas de formigas-de-correição, pp. 79-88. In: Castellon Bermudez, E.G.; Ronchi Teles, B.; Ale-Rocha R.(Eds). *Entomologia na Amazônia Brasileira*. Ed. INPA, Manaus, Amazonas.

Wright, S.J.; Carrasco, C.; Calderón, O.; Paton, S. 1999. The El Niño southern oscillation variable fruit production, and famine in a tropical forest. *Ecology*, 80: 1632-1647.

Sites:

Freitas, T.M.S.; Prudente, B.S.; Almeida, V.H.C.; Montag, L.F.A. 2010. Os peixes e as florestas alagadas de Caxiuanã. (<http://www.oecoamazonia.com/br/blog/146-a-importancia-dos-peixes-como-dispersores-de-sementes>). Acesso em 07/07/2011.

www.anatomiavegetal.ib.ufu.br/pdf-recursosdidaticos/morfvegetalorgaDISPERSAO.pdf. Acesso em 08/07/2011.

www.cria.org.br/neofrug/sobre. Acesso em 11/07/2011.
<http://web.me.com/marmello/>. Acesso 18/01/2011.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a José Alselmo d’Affonseca, Erik Jonhson, Dr. Paulo Estefano Dineli Bobrowiec, Dr. Marco Aurélio Ribeiro Mello, Dr. Ricardo Scoles, André Pinassi Antunes, Gilcéia Melo Lourido, Veracilda Ribeiro Alves e Nonato dos Santos Amaral por gentilmente cederem as fotografias. Ao Marconi Campos Cerqueira e Ricardo Scoles pelo apoio com seus conhecimentos. Ao Claudeir Vargas pelo apoio com a busca de fotografias. À Ana Cristina Segalin de Andrade pelo indispensável apoio logístico durante elaboração do manuscrito. Ao Sergio Marques de Souza pelo retoque na foto. Ao Fernando O. G. de Figueiredo pelas cuidadosas revisões.



Foto: Arquivos LMF/INPA

As relações energéticas entre o clima
e a floresta compõem a base
para entender o sistema climático
terrestre e sua variabilidade.

Introdução

Antes de falarmos sobre o clima na região amazônica, abordaremos aspectos mais gerais, de forma que possamos entender a complexidade dos elementos que estão envolvidos nesta questão. Primeiramente iremos apresentar “os fluxos de radiação”, como um dos principais elementos que determinam o clima em um dado lugar. Posteriormente, iremos apresentar uma pesquisa sobre “a relação entre o fluxo de radiação e as coberturas vegetais”, de forma a oferecer uma visão mais ampla a cerca das interações que envolvem a floresta e o clima propriamente dito.

Elementos do Clima

Sistema climático da Terra

Aspectos Gerais do Sistema Solar

A teoria dos movimentos dos corpos de Kepler, guiada pelo equilíbrio relativo dos campos gravitacionais, explica a configuração do Sistema solar e as trajetórias elípticas do movimento de translação dos planetas em torno do Sol, este situado sobre um dos focos da elipse.

Algumas características do Sol e da Terra, importantes para o desenvolvimento de balanços de energia ou de radiação:

Distância Média Terra-Sol:	$d_0 = 150,00 \cdot 10^6 \text{ Km}$
Raio do Sol:	$R_s = 696,00 \cdot 10^3 \text{ Km}$
Raio da Terra:	$R_t = 6,37 \cdot 10^3 \text{ Km}$
Superfície da Terra	$4 \pi (R_t)^2 = 5,10 \cdot 10^8 \text{ Km}^2$
Temperatura Média da Terra:	$288 \text{ }^\circ\text{K}$
Temperatura Média do Sol:	$6000 \text{ }^\circ\text{K}$

A exposição do planeta Terra ao Sol ao longo de sua trajetória elíptica, combinando o seu movimento de translação, num percurso que tem uma duração aproximada de 365 dias, com o seu movimento diário de rotação em torno de seu eixo Norte-Sul, determina as características gerais do clima em diferentes latitudes ao longo do ano.

A fonte primária de energia para o sistema climático da Terra – continentes, oceanos e atmosfera – é proveniente do Sol.

A forma esférica da Terra ocasiona uma distribuição diferenciada da radiação solar em distintos pontos do sistema terrestre, constituindo o seu estudo o ponto de partida para a caracterização do clima em qualquer região do globo (Figura 1).

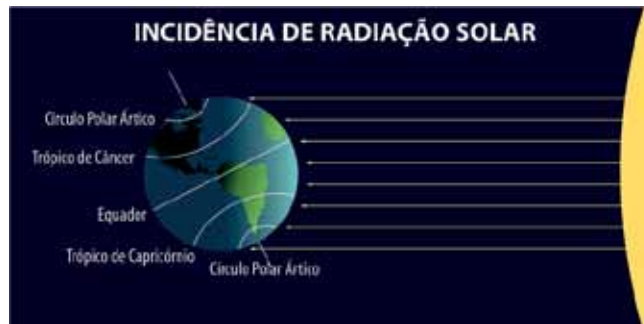


Figura 1: Incidência de radiação solar no planeta Terra.

As características de alguns planetas do sistema solar são apresentadas como referencial na Tabela 1 (Hartmann, 1994; Wallace & Hobbs, 2006). O fluxo de energia solar por unidade de área (Constante Solar) na parte externa de cada planeta tem uma ligação inversa ao quadrado da distância desse planeta ao Sol, ou seja, quanto mais distante do Sol estiver um planeta, menor será o fluxo de energia solar por unidade de área externa do mesmo. Tomando-se como referencial a constante solar no topo da atmosfera terrestre, 1368 W.m^{-2} , os valores para os outros planetas são determinados pela divisão da constante solar da Terra pelo quadrado da distância relativa ao Sol do planeta em questão. A combinação da constante solar de cada planeta com os respectivos albedos permite a definição da temperatura efetiva do planeta e a zona do espectro eletromagnético em que esse planeta emite a sua radiação de onda longa, ou seja, conhecendo a radiação que incide no topo da atmosfera terrestre e conhecendo as distâncias relativas entre o sol e os outros planetas, é possível calcular a radiação incidente no topo da atmosfera dos mesmos.

Tabela 1: Características de planetas no Sistema solar.

Planeta	Distância Planeta - Sol (10^6 Km)	Distância Relativa	Constante Solar F_s (W.m^{-2})	Duração do ano (Dias)	Albedo	Temperatura ($^{\circ}\text{K}$)*
Mercúrio	58	0,39	8994	88	0,06	439
Vênus	108	0,72	2639	225	0,78	225
Terra	150	1,00	1368	365	0,30	255
Marte	228	1,52	592	687	0,17	216
Júpiter	778	5,18	51	4330	0,45	105

*($0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$)

Estrutura da Atmosfera

A estrutura da atmosfera apresenta diferentes camadas (Figura 02), que são classificadas em função de gradientes verticais de temperatura. Numa atmosfera média tomada como referencial, as camadas mais importantes são as seguintes:

- **Troposfera:** é a camada mais próxima da superfície e apresenta um gradiente negativo aproximado de temperatura de $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Km}$. Seu limite superior é designado como tropopausa e ocorre na altitude em que esse gradiente torna-se nulo. A altitude de ocorrência média da tropopausa é 10 Km, podendo variar entre 8 e 15 Km. Essa camada é caracterizada por uma grande mistura turbulenta dos gases componentes da atmosfera em decorrência do gradiente negativo de temperatura. Essa camada responde por aproximadamente 89% da massa total da atmosfera e a pressão na tropopausa cai para a faixa de 200 a 300 hPa.
- **Estratosfera:** é a segunda camada da atmosfera, apresentando uma estratificação de gradientes positivos de temperatura do ar, fato que inibe fortemente as misturas na camada. O ar da camada é mais seco e rico em ozônio. As moléculas de ozônio têm um papel vital na absorção da radiação ultravioleta de origem solar e determinam também a ocorrência de uma temperatura máxima na camada junto ao nível onde se situa em média a estratopausa, na altitude de 50 Km. A pressão nesse nível já é pequena, da ordem de 1hPa.
- **Mesosfera:** nessa camada, os gradientes de temperatura voltam a ser negativos, e a temperatura mínima acontece no topo da camada, limite denominado de mesopausa, numa altitude de aproximadamente 85 Km. A pressão atmosférica é muito pequena e no seu limite superior aproxima-se de 0,01 hPa.
- **Termosfera:** nessa camada, os gradientes positivos de temperatura são decorrentes da absorção de radiação ultravioleta do sol originando a dissociação de moléculas de nitrogênio e de oxigênio, cujos processos

são denominados de foto-dissociação e foto-ionização. Esta camada desenvolve-se por várias centenas de quilômetros com temperaturas altas que começam a crescer rapidamente a partir de 100 Km de altitude.



Figura 2: Camadas atmosféricas. ■

Composição da Atmosfera

A atmosfera é formada por diferentes gases entre os quais o Nitrogênio e o Oxigênio predominam e compõem 99% do seu volume. Os outros gases têm contribuições volumétricas bem mais reduzidas, chegando alguns a representar apenas algumas unidades em partes por milhão, sem, contudo reduzir a importância dos respectivos papéis nas interações radiativas, solar ou terrestre, ou intervenções em reações químicas na própria atmosfera, estas responsáveis pela manutenção das características de longo prazo da composição da atmosfera. A Tabela 2 reúne esses gases e suas contribuições para a composição volumétrica da atmosfera, realçando em particular os gases importantes para o efeito estufa da atmosfera (indicados em negrito na tabela), que será abordado com mais profundidade posteriormente neste capítulo.

Tabela 2: Composição da atmosfera.

Constituinte	Fórmula Química	Peso Molecular	Fração vol. %	Partes por Milhão
Nitrogênio	N ₂	28,013	78,08	780800
Oxigênio	O ₂	32,000	20,95	209500
Argônio	Ar	39,950	0,93	9300
Dióxido de Carbono	CO₂	44,010	0,038	380
Neônio	Ne	20,180	0,002	18
Hélio	He	4,000	-	5
Metano	CH₄	16,040	-	1,75
Criptônio	Kr	83,800	-	1
Hidrogênio	H ₂	2,020	-	0,5
Óxido Nitroso	N₂O	56,030	-	0,3
Ozônio	O₃	48,000	-	0,1
Vapor d'água	H₂O	18,020	Variável 0 a 5	Variável 0-50000

Fonte: Wallace & Hobbs (2006); Hartmann (1994).

Superfície da Terra – Continentes e Oceanos

As considerações gerais sobre o sistema solar, a estrutura e a composição da atmosfera da Terra em suas diferentes camadas, reunidas com as características da superfície terrestre – continentes, oceanos, compõem no seu conjunto o sistema climático terrestre. Esse sistema tem como fonte primária de energia o fluxo de radiação solar por unidade de área no topo da atmosfera. As interações diferenciadas (em oceanos, continentes e atmosfera) dessa radiação segundo as diferentes posições da Terra em sua trajetória elíptica em torno do Sol, e segundo as latitudes dos diferentes pontos sobre o globo, na atmosfera ou na superfície terrestre:

- integram e disponibilizam energia para os movimentos das massas de ar na atmosfera – circulação geral da atmosfera, e nos mares e oceanos – correntes marítimas;
- intervêm na formação da radiação terrestre de onda longa, tanto das superfícies continentais e oceânicas como das camadas da atmosfera;
- determinam os fluxos de vapor d'água e de calor sensível entre as superfícies e a atmosfera;
- determinam o transporte vertical de vapor d'água e a formação de nuvens na atmosfera, e estas constituem, por sua vez, a fonte de precipitações para os continentes e oceanos.

Todos esses processos e interações compõem no curto prazo as condições do **Tempo** para qualquer local ou região sobre a superfície do globo. E são os elementos de base usados em modelos de previsão do tempo desde a escala temporal de horas ou até de alguns dias. Nesse mesmo local ou região, as condições médias do tempo para períodos de alguns anos (30 anos é o padrão mais usado) caracterizam o **Clima** local ou regional.

Essas condições médias do tempo para períodos longos, ainda assim, podem sofrer variações. As variações possíveis podem ter como fatores causadores tanto fenômenos naturais externos (variabilidade da emissão da radiação solar, por exemplo) ou fatores de origem no próprio sistema climático terrestre, como emissões de gases por erupções vulcânicas. Tais variações podem alterar a composição da atmosfera e conseqüentemente interferir nos balanços globais de energia que originam tanto os períodos de aquecimento global quanto os períodos de glaciação com aumento da cobertura de gelo sobre os continentes e oceanos e a redução conseqüente da temperatura média no globo. O Clima pode também sofrer variações ou mudanças definitivas originadas das atividades humanas sobre os continentes e oceanos, com emissão de gases que também vão alterar a composição da atmosfera e podem ocasionar uma aceleração no período atual de aquecimento global, que será abordado com mais profundidade adiante.

Radiação Solar e Radiação Terrestre

Mas do que mesmo estamos falando quando nos referimos à radiação?

Como se mede a radiação?

Aspectos Gerais

A radiação solar representa a fonte de energia para o sistema terrestre: atmosfera, continentes e oceanos. Os movimentos de rotação e de deslocamento da Terra em sua órbita em torno do Sol determinam em geral uma exposição diferenciada à radiação solar de cada ponto da superfície terrestre, tanto ao longo do dia quanto ao longo do ano. O fluxo de radiação solar sobre uma superfície de área unitária, orientada perpendicularmente aos raios do Sol no topo da atmosfera é 1368 W.m^{-2} (Tabela 1). Os raios solares são interceptados a todo instante pelo

globo terrestre, mais precisamente pela sua projeção perpendicular aos raios solares, calculada pela área do círculo maior: πR_t^2 . Essa radiação interceptada será distribuída sobre a superfície total da Terra, dada por $4 \cdot \pi \cdot R_t^2$, resultando em termos médios para cada ponto sobre uma superfície horizontal unitária no topo da atmosfera terrestre, uma quantidade de energia da ordem de

$$1368 \pi R_t^2 / 4 \pi R_t^2 = 1368 / 4 = 342 \text{ W.m}^{-2}$$

ou seja, cada área unitária no topo da atmosfera recebe no decorrer de 24 horas uma radiação que varia de 0 W.m^{-2} (durante a noite) à 1368 W.m^{-2} (no auge do dia). O valor médio de radiação recebida é obtido através da equação descrita acima.

A conservação de energia no espaço indica que os fluxos totais que passam pelas superfícies de esferas concêntricas ao Sol são constantes. Assim, o conhecimento sobre o fluxo de radiação solar por unidade de área no topo da atmosfera (densidade de fluxo, F_{ST} , dada em W.m^{-2}) conjugado com a informação da distância entre a Terra e o Sol, d , permitem inferir o fluxo de radiação solar por unidade de área (densidade de fluxo F_s , dada em W.m^{-2}) na camada externa do Sol (R_s), por meio de uma simples relação que expressa a constância de fluxos, conforme a equação,

$$F_s \cdot 4 \pi \cdot R_s^2 = F_{ST} \cdot 4 \pi \cdot d^2 = \text{constante}$$

O fluxo de radiação solar por unidade de área no topo da atmosfera terrestre, que ocorre quando a distância entre o Sol e a Terra assume o seu valor médio d_v , constitui por definição a Constante Solar $F_{ST} = S = 1368 \text{ W.m}^{-2}$.

Espectros da Radiação Solar e da Radiação Terrestre

Espectro de Radiação

É o intervalo completo de radiação (eletromagnética) que vai desde a radiação **ultravioleta (0,36 μ)** até a radiação **infravermelho (0,74μ)**, passando pelo espectro de **luz visível (0,37μ – 0,73μ)**. Quanto mais curto o comprimento da onda, mais alta é sua energia.

A emissão de radiação pela superfície externa do Sol segue com boa aproximação, tanto em quantidade como em qualidade, a lei de Stefan-Boltzmann, que preconiza a dependência direta entre o fluxo de radiação por unidade de área (densidade de fluxo) emitida por um corpo com relação à quarta potência de sua temperatura absoluta; a intensidade de radiação emitida por um corpo negro em cada faixa de comprimento de onda é descrita pela função (experimental) de Planck. As equações que expressam essas duas funções são:

$$F = \sigma \cdot T^4$$

$$I_b(\lambda) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \left(\frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1} \right) = \frac{c_1}{\lambda^5} \left(\frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} \right)$$

em que,

- F - densidade de fluxo de energia (W.m⁻²)
- σ - constante de Stefan-Boltzmann (5,67.10⁻⁸ W.m⁻².°K⁻⁴)
- T - temperatura absoluta do corpo negro (°K)
- $I_b(\lambda)$ - intensidade de radiação monocromática emitida por corpo negro (W.m⁻².nm⁻¹.sr⁻¹)

- h - constante de Planck ($6,626 \cdot 10^{-34}$ J.s)
- c - velocidade da luz ($3,0 \cdot 10^8$ m.s⁻¹)
- λ - comprimento de onda (nm)
- K - constante de Boltzmann ($1,38 \cdot 10^{-23}$ J.°K⁻¹)
- c1 - $= 2hc^2 = 1,19268 \cdot 10^{-16}$ W.m²
- c2 - $(=hc/K = 1,440434 \cdot 10^{-2}$ m.°K⁻¹)

Os espectros de radiação determinados por essas equações para o Sol e para a Terra são representados na Figura 3. Esses gráficos nos mostram o fluxo de energia que um determinado corpo emite, dependendo de sua temperatura.

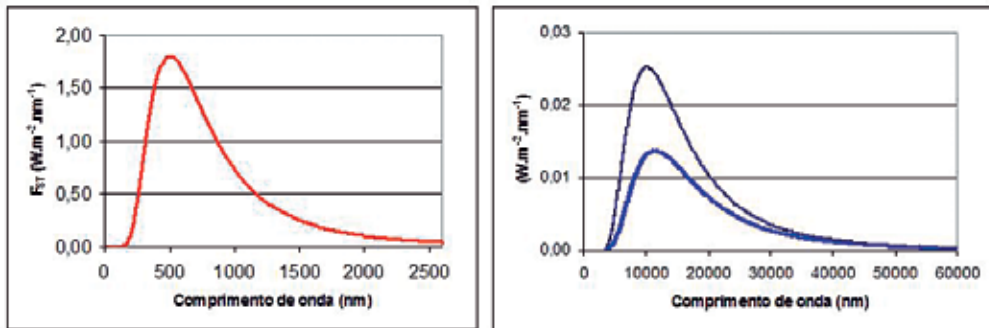


Figura 3: Espectro da radiação solar no topo da atmosfera, F_{ST} (□) – (a); e faixa ilustrativa de variação do espectro da radiação terrestre – (b).

O espectro de radiação solar no topo da atmosfera foi calculado pelo produto de intensidade de radiação pelo ângulo sólido definido pelo Sol como visto da Terra. As intensidades de radiação são dadas pela função de Planck, usando como temperatura efetiva da camada mais externa do Sol um valor aproximado de 5800 °K. O ângulo sólido associado à projeção do Sol no hemisfério celeste é dado por $\pi R_s^2/d_0^2$. A área sob a curva representativa do espectro solar no topo da atmosfera reconstitui de forma aproximada o valor da constante solar, $S = 1368$ W.m⁻².

O espectro da radiação terrestre deve se desenvolver em grande parte entre as duas curvas espectrais representadas na parte b da figura 3. As temperaturas utilizadas são 288 °K (curva superior) e 255 °K (curva inferior), que são representativas médias das temperaturas da superfície terrestre e da atmosfera.

Uma descrição mais ampla sobre os espectros de radiação solar e radiação terrestre pode ser encontrada na obra clássica sobre radiação na atmosfera de Liou (2002).

Distribuição Temporal e Espacial da Radiação Solar

Mas como a radiação solar se distribui ao longo dos dias e nos diferentes lugares da Terra?

Só para lembrar...

LATITUDE: é a distância angular (em graus), medida através de planos paralelos, que vão desde a linha do Equador até os pólos, podendo variar de 0° a 90° para norte e para sul.

LVL: é a distância angular (em graus), medida através de meridianos, com origem convencional no Meridiano de Greenwich, podendo variar de 0° a 180° a leste ou oeste.

VERTICAL: é uma linha imaginária traçada perpendicularmente à tangente de qualquer ponto da superfície terrestre.

A posição relativa entre o sol e a terra varia ao longo do tempo, em função da rotação da terra a cada 24 horas e do movimento da terra em torno do sol numa trajetória elíptica com duração aproximada de 365 dias (Figura 04). Cada ponto sobre a superfície terrestre, caracterizado por sua latitude, φ , e sua vertical associada, interage ao longo do tempo com os raios solares, o Sol sendo caracterizado por sua posição no hemisfério celeste, referenciado ao plano do equador da terra pelo ângulo de declinação solar, δ ; ao longo do dia, o ângulo horário, h , é definido como o ângulo que a Terra deve girar para fazer coincidir o meridiano do ponto de observação com a direção do Sol, meio-dia solar; a velocidade angular da Terra $\omega(\text{rad/s})=dh/dt= (2\pi)/86400$ (rad/s); o ângulo, θ_S entre a vertical local e a direção dos raios solares está associado a todos esses elementos descritos acima, permitindo expressar o fluxo de radiação por unidade de área no topo da atmosfera pela equação,

$$F_{ST}(\theta_S) = S \left(\frac{d_0}{d} \right)^2 \cos(\theta_S)$$

$$\cos(\theta_S) = \text{sen}(\varphi) \cdot \text{sen}(\delta) + \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(h)$$

Uma simples integração desde o amanhecer (ângulo horário=-H) até o por do sol (H) permite a determinação do total de energia solar que incide sobre uma superfície unitária horizontal no topo da atmosfera. Usando a relação $\cos(H) = -\tan(\varphi)\tan(\delta)$, o total diário de energia solar ($J.m^{-2}$) é expresso pela equação,

$$E_{ST} (J.m^{-2}) = \int_{-H}^H S \left(\frac{d_0}{d} \right)^2 [\text{sen}(\varphi) \cdot \text{sen}(\delta) + \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(h)] \frac{dh}{\omega}$$

$$E_{ST} (J.m^{-2}) = \frac{2S}{\omega} \left(\frac{d_0}{d} \right)^2 [H \cdot \text{sen}(\varphi) \cdot \text{sen}(\delta) + \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \text{sen}(H)]$$



Figura 4: Movimento da Terra ao redor do Sol (translação).

Na Tabela 3, os totais diários de radiação solar no topo da atmosfera são apresentados ao longo do ano para algumas latitudes, tendo sido calculados por meio da equação acima, utilizando expansões em séries de Fourier dos valores tabulados de declinação solar e da função (d/d_0) , existentes na *Smithsonian Meteorological Tables* (List, 1968). Em negrito encontra-se o valor aproximado para a região amazônica.

Tabela 3: Totais diários de Radiação solar (MJ.m⁻²) - (dia 15 de cada mês)

Latitude	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
90	0,00	0,00	0,00	19,34	37,05	45,27	42,23	28,48	6,80	0,00	0,00	0,00
80	0,00	0,00	4,29	19,12	36,49	44,58	41,59	28,05	10,16	0,47	0,00	0,00
70	0,00	2,77	10,70	23,04	35,03	42,54	39,68	28,67	16,06	5,84	0,33	0,00
60	3,23	8,55	16,85	27,58	36,57	41,26	39,40	31,87	21,61	11,95	4,92	2,22
50	8,87	14,68	22,52	31,57	38,46	41,76	40,41	34,82	26,54	17,92	10,79	7,58
40	15,01	20,61	27,50	34,72	39,71	41,90	40,95	37,01	30,67	23,43	16,87	13,67
30	21,10	26,05	31,66	36,90	40,05	41,22	40,64	38,24	33,88	28,29	22,72	19,83
20	26,81	30,80	34,86	38,00	39,36	39,60	39,35	38,41	36,07	32,33	28,07	25,72
10	31,92	34,69	37,00	37,99	37,63	37,01	37,08	37,51	37,17	35,42	32,73	31,07
00	36,23	37,59	38,02	36,85	34,88	33,49	33,84	35,54	37,14	37,45	36,51	35,69
-10	39,61	39,40	37,88	34,63	31,19	29,15	29,74	32,57	35,98	38,37	39,31	39,43
-20	41,97	40,08	36,60	31,39	26,69	24,12	24,91	28,67	33,74	38,15	41,04	42,18
-30	43,25	39,62	34,21	27,23	21,52	18,59	19,53	24,00	30,48	36,80	41,67	43,90
-40	43,49	38,05	30,78	22,30	15,89	12,80	13,81	18,70	26,30	34,37	41,23	44,60
-50	42,82	35,47	26,42	16,75	10,07	7,09	8,07	13,00	21,32	30,95	39,83	44,45
-60	41,61	32,05	21,27	10,83	4,48	2,06	2,83	7,20	15,72	26,68	37,75	43,90
-70	41,64	28,27	15,49	4,87	0,21	0,00	0,00	1,91	9,67	21,83	35,95	45,23
-80	43,64	26,72	9,31	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	3,45	17,23	37,33	47,40
-90	44,31	27,14	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,01	37,91	48,13

Balanço de Energia

É a diferença entre a energia que entra e que sai de um dado sistema, acrescida de eventuais variações internas de energia do próprio sistema.

O balanço de energia do sistema terrestre em termos médios de longo prazo deve apresentar um equilíbrio entre as quantidades de energia recebidas e quantidades de energia perdidas ou cedidas para outras camadas desse sistema ou para o espaço externo ao sistema terrestre. Uma análise desse balanço na camada externa do sistema terrestre (topo da atmosfera), numa camada intermediária representativa da atmosfera e na superfície terrestre, revela os aspectos físicos principais dessas camadas e os processos físicos que nelas ocorrem e que determinam os balanços de energia parciais e o balanço do sistema global, ou seja, o balanço de energia pode ser calculado para a Terra como um todo ou para cada uma de suas camadas (incluindo a superfície terrestre).

Camada Externa do sistema terrestre

No topo da atmosfera a quantidade de energia recebida do Sol em termos médios de longo prazo (a partir de um balanço anual, por exemplo) é dada por $(S/4)(1-\alpha_T)$, sendo o albedo médio da Terra (α_T) estimado em 0,3. No limite externo da atmosfera, o total de radiação terrestre (superfície+atmosfera) deve ser da ordem de $(1368/4)(1-0,3) = 239 \text{ W.m}^{-2}$. Na emissão de radiação terrestre com um comportamento próximo de corpo negro (segundo a equação de Stefan-Boltzman), esse valor de fluxo de radiação de onda longa por unidade de área no topo atmosfera leva a uma temperatura efetiva $T_e=255 \text{ °K}$. O espectro de radiação terrestre nesse caso seria mais próximo da curva inferior indicada na Figura 03 (b).

Camada intermediária representativa da atmosfera

Esta camada representa a atmosfera em condições médias e as entradas e saídas de energia são mais complexas em função da própria estrutura de camadas da atmosfera e as composições químicas diferenciadas encontradas em seus diferentes estratos, conforme descrições anteriores. A absorção média da radiação solar no conjunto da atmosfera alcança 19% da radiação no topo da atmosfera; usando o mesmo referencial da radiação solar no topo da atmosfera (342 W.m^{-2}), os fluxos de calor sensível e de calor latente acrescentam 30% de energia para a atmosfera, compondo um aporte de energia da ordem de 169 W.m^{-2} ; o balanço de radiação de onda longa, incluindo a interceptação da radiação da superfície e emissão da radiação atmosférica, em densidades de fluxos ascendentes e descendentes, igualam como perdas o ganho de energia anterior na atmosfera (Raudkivi, 1979; Houghton et al., 1996).

Superfície terrestre

Na superfície terrestre, os fluxos de calor sensível e de calor latente ($0,3 \times 342 = 103 \text{ W.m}^{-2}$) são mantidos pelo saldo de energia da radiação solar ($0,49 \times 342 = 168 \text{ W.m}^{-2}$) e da radiação terrestre ($-0,19 \times 342 = -65 \text{ W.m}^{-2}$) (Raudkivi, 1979; Houghton *et al.*, 1996). A emissão de radiação da superfície segue o padrão espectral de um corpo com temperatura média de 288 °K ; na atmosfera, uma parte dessa radiação é interceptada e refletida de retorno para a superfície, acrescida da própria radiação de onda longa descendente emitida pela atmosfera; uma pequena fração da radiação da superfície escapa para o espaço e contribui para o balanço de energia no topo da atmosfera.

Então, como esse fluxo de energia interfere no nosso cotidiano?

Como vimos até agora, o fluxo de energia solar é fonte de energia primária para a vida terrestre e a base para todo o sistema climático. Este fluxo é responsável diretamente pelos fenômenos atmosféricos e oceânicos, como por exemplo, as precipitações e correntes marítimas. Também é fundamental para o processo de fotossíntese das plantas, base da maior parte da cadeia alimentar. Esse fluxo varia espaço-temporalmente, determinando assim as estações do ano e zonas climáticas terrestres.

A seguir veremos como se comporta a radiação dentro de uma floresta, através de experimentos científicos realizados na Amazônia brasileira.

Radiação Solar em Coberturas Vegetais

Como se dá a incidência de radiação solar numa área de floresta?

Radiação Solar em Coberturas Vegetais

No domínio de estudos sobre clima e vegetação, as trocas de energia e de massa entre coberturas vegetais e a atmosfera têm reguladores próprios na vegetação, ligados aos seus aspectos estruturais e fisiológicos. As dependências energéticas que originam e sustentam essas trocas são dirigidas por uma fonte primária de radiação solar externa e independente.

O que é atenuação?

À medida que o fluxo de radiação é interceptado pela cobertura vegetal, a radiação disponível para estratos mais baixos vai diminuindo ou “enfraquecendo”. A este fenômeno chamamos atenuação.

Porque a atenuação da radiação solar em meio vegetal é um fenômeno importante?

Por que o conhecimento do perfil vertical no interior de uma cobertura vegetal permite a definição da distribuição de energia disponível nos diferentes estratos da vegetação e por conseqüência dos perfis verticais das fontes de calor e de vapor d'água na cobertura. Além disso, a estreita dependência existente entre essa atenuação e a distribuição espacial dos elementos vegetais constitui a base de apoio para uma grande parte dos métodos indiretos de caracterização de uma cobertura vegetal, especialmente na sua distribuição vertical e variabilidade horizontal de área foliar, expressa por seu índice de área foliar, IAF.

Como se chegou a essa informação que nos permite saber sobre esse fenômeno?

Modelos físicos explicitados de forma analítica agrupam os conceitos teóricos sobre a radiação solar em meio vegetal (Nilson, 1971; Ross, 1981; Myneni *et al.*, 1989; Marques Filho, 1992) e são apropriados à inversão matemática para a obtenção das características principais da vegetação. Estudos dessa natureza têm sido realizados em coberturas vegetais de médio e grande porte na Amazônia, constituindo-se de determinações do IAF e da distribuição vertical da função $a(z)$ (densidade de área foliar) por métodos indiretos baseados na penetração de radiação solar no meio vegetal (Honzák *et al.*, 1996; Wandelli & Marques Filho, 1999).

Índice de Área Foliar (IAF)

Pode ser definido como a área foliar total por unidade de área do terreno (Watson, 1947) e funciona como indicador da superfície disponível para interceptação, espalhamento e absorção de luz.

Nesse contexto, esta seção tem os seguintes objetivos:

- Analisar o comportamento da radiação solar no interior de floresta, enfocando a sua variabilidade espaço-temporal em associação com a distribuição de área foliar local;
- Abordar a inversão de modelo físico do regime de radiação solar em meio vegetal para a derivação da função $a(z)$ de densidade de área foliar média para a cobertura, ou seja, determinar a distribuição de área foliar através métodos indiretos (não destrutivos).
- Comparar os resultados obtidos com a mesma metodologia para diferentes sítios experimentais na região amazônica;

Equação Geral - Radiação em Coberturas Vegetais

A taxa de variação na vertical da intensidade de radiação associada a uma direção é descrita pela soma de três parcelas:

- Interceptação da radiação incidente pelos elementos do meio;
- Emissão de radiação no próprio meio;
- Espalhamento da radiação.

Isto caracteriza equações integro-diferenciais, no caso mais geral, que podem ser transformadas em sistemas de equações diferenciais,

cuja solução leva à descrição das intensidades de radiação em diferentes direções dos dois hemisférios de uma superfície horizontal de referência, em explícita relação com as funções que caracterizam a distribuição vertical dos elementos do meio e a orientação desses mesmos elementos. Os fluxos de radiação que passam por unidade de área horizontal são determinados pela simples integração dessas intensidades de radiação nos hemisférios de incidência correspondentes, ou seja, fluxo descendente – integração sobre o hemisfério superior em relação à superfície horizontal; fluxo ascendente sobre o hemisfério inferior dessa referência horizontal. No caso de coberturas vegetais, a analogia a um meio turbido supõe as pequenas superfícies planas orientadas espacialmente (as folhas) como os elementos que absorvem, transmitem e refletem a radiação incidente em diferentes direções.

A equação geral de transferências radiativas em meio vegetal expressa a taxa de variação das intensidades de radiação segundo uma direção dada como a soma algébrica de dois termos: o primeiro representa uma redução nas intensidades devido à interceptação da radiação pelos elementos que compõem a cobertura vegetal e o segundo constitui um incremento das intensidades de radiação resultante do espalhamento da radiação no meio vegetal. O termo de emissão de radiação no meio vegetal é nulo, pois o tratamento é direcionado para a radiação solar – ondas curtas.

Estabelecidas as soluções das equações que descrevem as intensidades de radiação em cada direção do espaço, os fluxos de radiação por unidade de superfície horizontal, descendentes ou ascendentes, são obtidos pela integração das intensidades nos hemisférios de incidência correspondentes, segundo a equação,

$$F_s(A(z)) = \int_{2\pi} I_s(n, z) \cdot \cos\theta \cdot d\Omega$$

na qual,

F – fluxo de radiação por unidade de área horizontal ($W.m^{-2}$)

z – altura no interior da vegetação (m)

z=h – altura da vegetação

A(z) – área foliar acumulada (adimensional)

n – vetor unitário na direção de incidência n

Ω – ângulo sólido (sr)

θ – ângulo entre a vertical e a direção de incidência da radiação

A atenuação da radiação solar em meio vegetal é resultado primário da quantidade de elementos vegetais que interceptam os raios solares em seu percurso desde o topo até uma determinada altura no interior da vegetação. A orientação e a distribuição espacial desses elementos são outros fatores intervenientes que admitem e determinam configurações especiais da arquitetura da cobertura, responsáveis pelo grau de complexidade encontrado no estabelecimento e na obtenção das soluções de equações que governam o regime de radiação em cada tipo de cobertura.

Em vegetação densa algumas hipóteses sobre a variação de funções representativas desses fatores (distribuição espacial aleatória e orientação aleatória das normais dos elementos vegetais são os exemplos mais comuns) simplificam o aparato matemático necessário. Nesses casos, a quantificação de área foliar existente em cada zona da vegetação obtida de forma indireta a partir de medidas de radiação torna-se factível e tem como ponto de partida o estabelecimento de uma relação (modelos físicos ou matemáticos) entre os fluxos de radiação solar e a área foliar acumulada (variação vertical preponderante), arrançados em equações do tipo (Marques Filho & Dallarosa, 2000; 2001),

$$\alpha_s(A(z)) = \frac{F_s(A(z))}{F_s(A(z) = 0)}$$

em que,

- α_s - razão entre densidades de fluxos
- $F_s(A(z))$ - densidade de fluxo no interior da vegetação
- $F_s(A(z) = 0)$ - densidade de fluxo no topo da vegetação

A inversão formal dessa equação produz a função $A(z)$ associada aos fluxos relativos de radiação no interior da cobertura, ou,

$A(z) = A(\alpha_s)$ - função inversa de α_s .

Os elementos de modelagem física da radiação solar em meio vegetal constituem a base de apoio para a inversão matemática expressa na equação acima, com a associação final entre os fluxos relativos no interior da cobertura e as estimativas correspondentes de área foliar acumulada; o procedimento de inversão materializa-se na forma de um programa computacional desenvolvido em linguagem de programação estruturada Fortran, e, do ponto de vista matemático, é simplesmente um procedimento numérico iterativo de inversão.

Dispositivos Experimentais

Nas medidas de radiação no interior de coberturas vegetais tem-se adotado mastros ou torres de estrutura metálica para a fixação dos instrumentos de medida. Essa estrutura interage com o ambiente, afetando as grandezas medidas de forma tanto mais significativa quanto maior for a estrutura utilizada. Além disso, a dificuldade de deslocamento desses sistemas para a realização de medidas em várias verticais representa um

fator limitante ao procedimento de múltipla amostragem. Assim sendo, foi criado um novo tipo de sistema que procura aproveitar o suporte natural representado pelas grandes árvores no sentido de suspender estruturas leves, flexíveis e modulares, formando um reticulado vertical de sustentação por cabos de aço, unindo seções paralelas (previamente montadas) e servindo finalmente de suporte aos sensores dispostos segundo um mesmo eixo vertical. No contexto desse novo sistema de medidas, a escolha dos pontos amostrais dá-se ao acaso, limitando-se apenas à existência dos suportes de sustentação mais adequados representados pelas grandes árvores.

Esse sistema, detalhadamente descrito por Marques Filho & Dallarosa (2000) e reproduzido na figura abaixo, foi utilizado em alguns experimentos e medidas de perfis de radiação solar no interior de floresta em diferentes sítios experimentais situados na Amazônia.

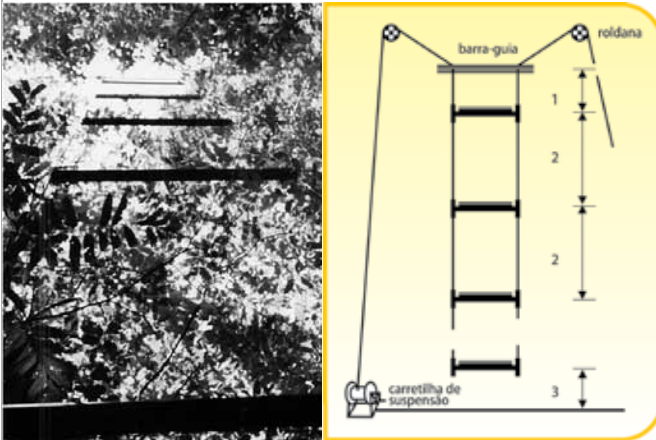


Figura 5: Fotografia do sistema de medidas (reticulado) (a); Esquema de representação do suporte reticulado utilizado para a distribuição dos sensores de medidas de radiação no interior do dossel (b).

Fonte: Marques Filho & Dallarosa, 2000.

Medidas de radiação solar no interior de floresta e Inversão de modelos:

A(z) versus α_s .

Com os procedimentos descritos acima, as variações temporais (curso diurno) dos fluxos relativos α_s e, em correspondência, os valores de área foliar acumulada, função A(z), estimados pelo algoritmo computacional referido anteriormente, são apresentadas em forma gráfica nas Figuras 6 a 9. Em cada uma dessas figuras (em coordenadas polares e compostas por duas partes), os cursos diurnos médios dos fluxos relativos por unidade de área, medidos em cada nível, são representados na parte superior; e os valores médios correspondentes estimados para a função A(z), na parte inferior. Observe-se a simetria axial adotada para a plotagem dos valores médios dos fluxos relativos e dos valores correspondentes calculados de área foliar. As Figuras 6 a 9 (classes I a IV, respectivamente) estão associadas a uma mesma vertical de observação. A associação entre as curvas e os níveis de medidas fica estabelecida na primeira figura pela regularidade das curvas da Classe I: na parte superior da figura, os níveis de medidas crescem a partir da curva mais interna; em consequência, na parte inferior, a correspondência ocorre no sentido inverso. A separação das medidas em classes de radiação observada no topo da vegetação segue a seguinte ordenação: Classe I – predominância de radiação difusa (Radiação Direta < 25%); Classe II – radiação difusa superior à radiação direta (Radiação Direta entre 25% - 50%); Classe III – radiação direta superior à radiação difusa (Radiação Direta entre 50% - 75%); Classe IV – predominância de radiação direta (Radiação Direta > 75%).

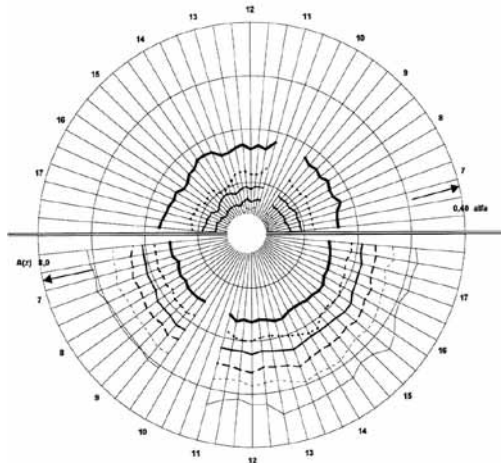


Figura 6: Curso diurno de Fluxos Relativos de radiação solar (parte superior) e valores correspondentes de Área Foliar Acumulada (parte inferior) em coordenadas polares. Segunda vertical, Classe I. Na parte superior da figura, os níveis de medidas crescem a partir da curva mais interna; em consequência, na parte inferior, a correspondência ocorre no sentido inverso. Sítio Experimental: Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM.

Fonte: Marques Filho & Dallarosa (2000)

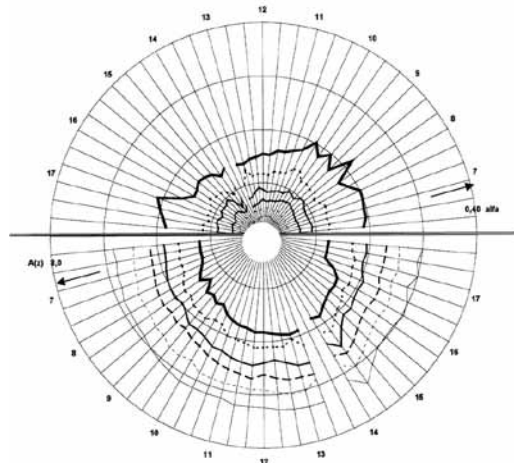


Figura 7: Curso diurno de Fluxos Relativos de radiação solar (parte superior) e valores correspondentes de Área Foliar Acumulada (parte inferior) em coordenadas polares. Segunda vertical, Classe II. Na parte superior da figura, os níveis de medidas crescem a partir da curva mais interna; em consequência, na parte inferior, a correspondência ocorre no sentido inverso. Sítio Experimental: Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM.

Fonte: Marques Filho & Dallarosa (2000)

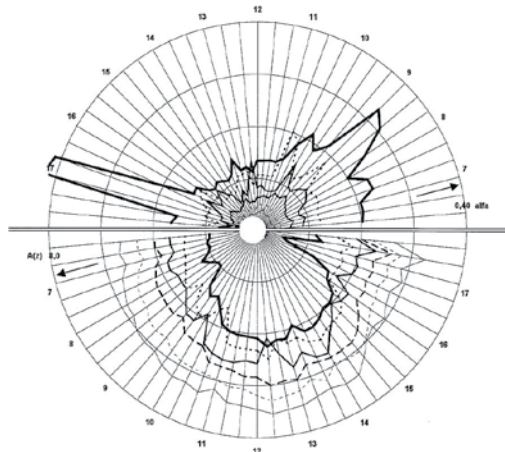


Figura 8: Curso diurno de Fluxos Relativos de radiação solar (parte superior) e valores correspondentes de Área Foliar Acumulada (parte inferior) em coordenadas polares. Segunda vertical, Classe III. Na parte superior da figura, os níveis de medidas crescem a partir da curva mais interna; em consequência, na parte inferior, a correspondência ocorre no sentido inverso. Sítio Experimental: Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM.

Fonte: Marques Filho & Dallarosa (2000)

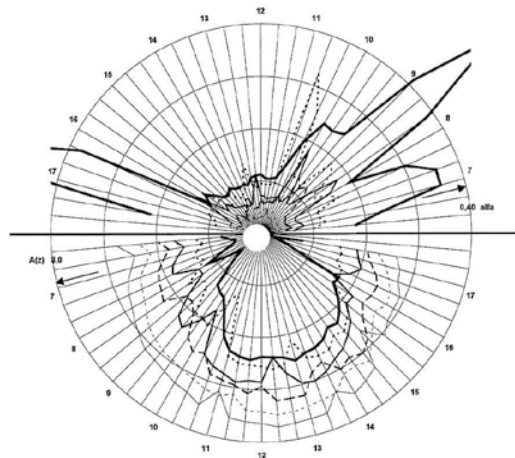


Figura 9: Curso diurno de Fluxos Relativos de radiação solar (parte superior) e valores correspondentes de Área Foliar Acumulada (parte inferior) em coordenadas polares. Segunda vertical, Classe IV. Na parte superior da figura, os níveis de medidas crescem a partir da curva mais interna; em consequência, na parte inferior, a correspondência ocorre no sentido inverso. Sítio Experimental: Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM.

Fonte: Marques Filho & Dallarosa (2000)

A comparação dos conjuntos de figuras permite identificar os traços marcantes presentes nos agrupamentos individuais (classes), que podem ser delineados nas seguintes proposições:

- A regularidade das curvas dos fluxos relativos (parte superior das Figuras 6 a 9) decresce com a presença da radiação direta. O comportamento temporal irregular dos valores médios observados dos fluxos relativos no interior da vegetação acentua-se nas condições de campo externo heterogêneo de radiação (radiação direta mais radiação difusa, classes III e IV), em contraste às ocasiões próprias dos dias com cobertura de nuvens e baixo nível de radiação, que determinam um campo externo de radiação mais homogêneo. Assim, as curvas diferenciam-se progressivamente em resposta à existência de uma direção dominante no campo externo de radiação, revelando de forma indireta, na flutuação dos fluxos relativos médios, a variabilidade intrínseca de área foliar e a sua distribuição irregular em diferentes zonas da vegetação. Uma observação sequencial das Figuras 6 a 9 revela um exemplo típico de tal variabilidade. Em condições de radiação difusa (Figura 6) a razão entre os fluxos de radiação por unidade de área são praticamente constantes ao longo do dia; em seguida (Figura 7), alguns pequenos picos de radiação são perceptíveis para os horários de 9, 10 e 17 horas; finalmente, com a predominância da radiação direta (Figuras 8 e 9) esses picos de radiação solar no interior da cobertura confirmam-se para os horários de 9 e 17 h. Esses eventos são possíveis em função do alinhamento da posição do Sol com espaços vazios ou de baixa densidade de área foliar da vegetação. As outras verticais estudadas nesse local também apresentam exemplos da variabilidade aqui tratada.
- As curvas de área foliar acumulada (parte inferior das Figuras 06 a 09) têm flutuações correspondentes em cada horário e associadas aos fluxos relativos pelo modelo de inversão. Em termos relativos, essas flutuações são em geral menos acentuadas e de sentido oposto àquelas dos fluxos relativos, respeitando a natureza do fenômeno de interceptação de radiação em meio vegetal em que maiores fluxos de radiação estão associados a menores densidades de área foliar na zona considerada da vegetação.

■ Os efeitos da direcionalidade da radiação sobre os perfis medidos no interior da cobertura desaparecem nos casos em que a radiação externa medida não ultrapassa a 25% (classe I) da radiação máxima possível para o local e horário. Nesses casos o campo externo de radiação tende a ser marcadamente homogêneo e a descrição da interação radiação solar – vegetação é governada por um modelo puramente difuso.

■ A aproximação entre as curvas de fluxos relativos numa mesma vertical implica em baixa densidade de área foliar no espaço compreendido entre os dois pontos de medidas e deve ser esperada nos conjuntos de valores médios pertencentes às classes I e II. A consistência interna dos dados numa mesma vertical não é quebrada pela dissociação temporal e a disparidade entre as curvas correspondentes, com valores enquadrados nas classes III e IV (Figuras 08 e 09, por exemplo). Esses comportamentos distintos entre classes não constituem elementos suficientes para se estabelecer uma contradição real e o conseqüente enfraquecimento da interpretação dada acima sobre a ocorrência de espaços vazios na cobertura.

Os valores médios de área foliar acumulada e desvios padrões correspondentes em diferentes níveis das verticais de observação são calculados para a geração da função $A(z)$ da cobertura. Essa operação de cálculo de médias é equivalente à integração dos efeitos individuais observados no curso diurno em cada classe, o que constitui uma forma de incorporar nas médias dos índices de área foliar distintas zonas da vegetação.

Área foliar em sítios da Amazônia e Variabilidade

Existe diferença no fluxo de radiação em diferentes áreas florestais no entorno de Manaus?

Nesta seção, é apresentada uma síntese comparativa sobre as curvas médias de densidade de área foliar para coberturas vegetais situadas na Amazônia. Os sítios e os períodos de observação incluídos na

presente análise são os seguintes: 1 - Reserva florestal Ducke (02°56'S; 59°57'W) - 29 out - 11 dez de 1998. 2 - Reserva Biológica Jaru (10°05'S; 61°55'W) - 30 out - 24 nov de 1999. 3 - Reserva Biológica do Cuieiras, km14, 02°35'S; 60°06'W; 26 jul - 21 nov 2001. 4 - Reserva Biológica do Cuieiras, km34, 02°36'S; 60°12'W; 26 jul - 21 nov 2001.

As distribuições médias de área foliar para esses quatro sítios são reproduzidas nas Figuras 10 (a), (b), (c) e (d). As características principais e as respectivas faixas de variações desse conjunto de coberturas são as seguintes:

- 1 - Índice de área foliar total: varia entre 5,6 e 6,4.
- 2 - Densidade máxima de área foliar na zona principal superior: 0,27 a 0,34 m².m⁻³.
- 3 - Densidade mínima na zona de transição: 0,10 m².m⁻³ a 0,14 m².m⁻³.
- 4 - Localização da zona de transição: 15 m a 20 m.
- 5 - Altura média da vegetação; 33 m a 38 m.
- 6 - Estratificação: 2 a 3 estratos.

Comparando os perfis de área foliar dos quatro sítios experimentais (reservas Ducke, Jaru e Cuieiras, km 14 e km 34), verifica-se uma pequena variação no total de área foliar entre os sítios, em contraste aos aspectos qualitativos muito distintos, com traços singulares em cada ponto experimental, que bem sugerem a ocorrência de estrutura da vegetação com padrões localizados. Um aspecto comum a todos os perfis é a existência de uma zona principal de concentração de área foliar na parte superior da vegetação situada acima da altura de 20 m, que incorpora pelo menos 50% da área foliar total da cobertura; em seguida, ocorre uma zona de transição com baixa densidade de área foliar e situada nos diferentes perfis na faixa entre 15 e 20 m. Abaixo dessa zona, tem-se

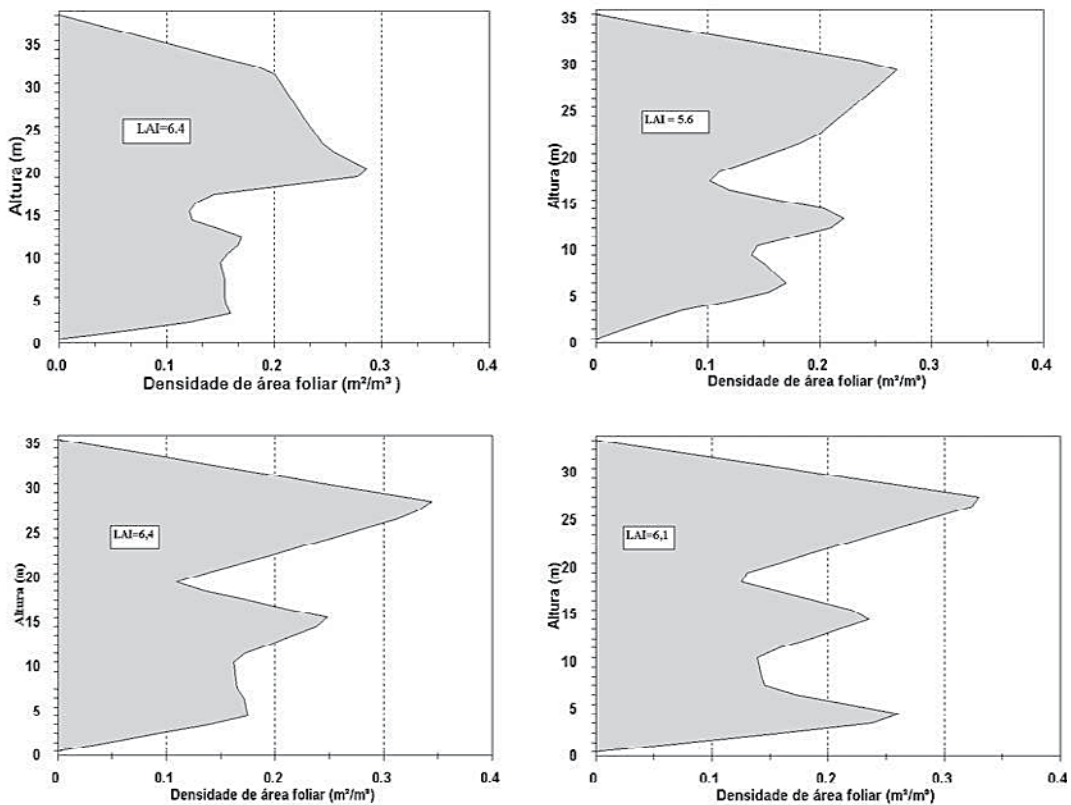


Figura 10: Distribuição vertical de área foliar para quatro sítios experimentais da região Amazônica: (a) Reserva Ducke (Marques Filho & Dallarosa, 2000); (b) Reserva Jaru (Marques Filho & Dallarosa, 2001); (c) Reserva Cuieiras, ZF2 - Km14; (d) Reserva Cuieiras, ZF2 - Km34

Fonte: Marques Filho et al. (2005).

a parte inferior da vegetação que apresenta em sua distribuição média de área foliar desde uma forma constante (perfil da Reserva Ducke) até o caso extremo dessa zona secundária subdividida de forma clara em dois estratos (perfil da ZF2- km 34). Os dois casos intermediários apresentam picos isolados bastante próximos, sugerindo a presença de um único estrato inferior com densidade de área foliar ligeiramente variável (perfis da Reserva Jaru e da ZF2 – km 14). Esses quatro perfis foram determinados pelo mesmo aparato experimental (reticulado móvel de sustentação de tubos solarímetros) e via de regra compostos a partir de medidas de radiação solar em três verticais distintas, acima e no interior de cada cobertura vegetal, em períodos contínuos que variam entre 10 e 20 dias.

As variações espaciais entre verticais de um mesmo sítio experimental são apresentadas nas Figuras 11 e 12 e permitem a interpretação de ocorrência de estruturas de vegetação distintas. Guillaumet&Kahn (1982) estudaram a estrutura e a dinâmica da floresta na ZF2, relacionando as possíveis variações principalmente às conformações topográficas sobre as quais desenvolve-se a vegetação. Nesse estudo, as variações localizadas de distribuição de folhas são imputadas preferencialmente às peculiaridades do solo e à dinâmica interna da própria vegetação, que determinam crescimentos diferenciados de árvores em resposta combinada com o regime luminoso predominante em cada local. Os intercâmbios de massa e de energia entre coberturas vegetais e a atmosfera integram e são dirigidos por características médias da vegetação, dentre as quais, a distribuição vertical de área foliar tem uma contribuição dominante. Como essa função varia e quais aspectos a ela associados são comuns para diferentes locais na região Amazônica, constituem questionamentos fundamentais na busca de resultados que sejam de aplicação mais geral. Nesse sentido, os conceitos de estrutura da vegetação e as metodologias adotadas para caracterizá-la, conforme apresentados e discutidos no estudo de Guillaumet& Kahn (1982), constituem um cenário adequado a ser combinado com estudos do regime de radiação no interior da vegetação, para compor eventuais esquemas genéricos de distribuição vertical de área foliar.

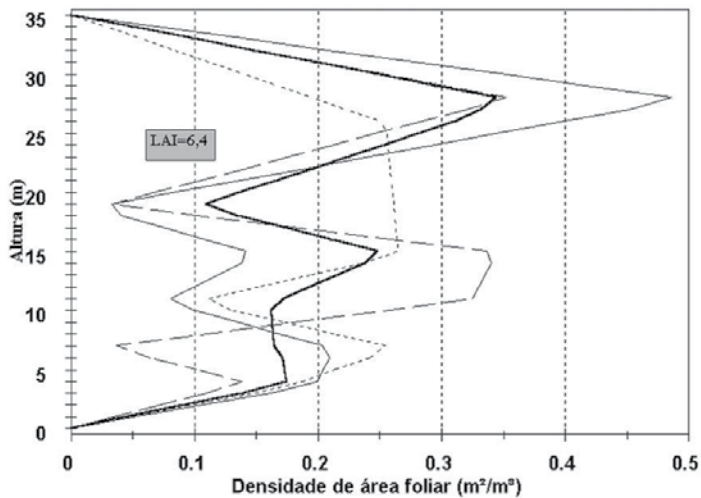


Figura 11: Representa a densidade de área foliar das três verticais e em traço forte está representada a densidade média de área foliar da ZF2-km 14.

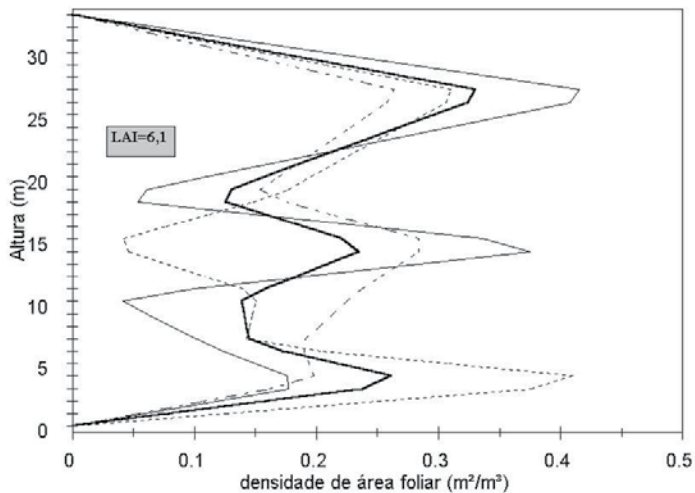


Figura 12: Representa a densidade de área foliar das três verticais e em traço forte está representada a densidade média de área foliar da ZF2-km 34.

Por outro lado, a variabilidade de formas de perfis entre as verticais de um mesmo sítio experimental indica a tendência para iniciativas de aperfeiçoamento do aparato de medidas, qual seja, um conjunto simultâneo de medidas em verticais próximas com adensamento de sensores nas zonas mais complexas da estrutura da vegetação. À luz desses resultados experimentais disponíveis, as características apresentadas pelas funções $a(z)$, relacionadas acima (1-6), e as faixas de valores em que elas ocorrem, já permitem e devem ser consideradas em propostas de formas adequadas para a função $a(z)$, usadas em estudos de modelagem de interações entre clima e vegetação da região.

RESUMINDO

O tema **Floresta e Clima** foi apresentado com foco nas relações energéticas que se desenvolvem no sistema climático terrestre. Uma explanação geral inicial sobre a posição relativa do planeta Terra no Sistema Solar permite que se tenha uma visão clara das quantidades de energia de origem externa ao sistema terrestre que aportam sobre diferentes regiões do globo ao longo do tempo. A radiação solar é essa fonte externa de energia. As quantidades de energia solar que chegam ao topo da atmosfera vão interagir com todas as camadas dessa atmosfera – a sua estrutura e a sua composição determinam as atenuações, os espalhamentos e as absorções da radiação solar, por meio dos diferentes gases presentes nas camadas. Ultrapassada a atmosfera, a radiação solar chega à superfície terrestre em quantidades e com características apropriadas para intervir em diferentes ciclos vitais e processos físicos, que se desenvolvem sobre os continentes e oceanos.

O regime de radiação solar no meio vegetal (sítios florestais da Amazônia foram exemplos) segue os mesmos conceitos físicos de interação da radiação com o meio atmosférico, contem elementos específicos associados à vegetação, que são dominantes na interação com a radiação conforme descreve o texto e intervém no ciclo de vida da própria vegetação, além de compor as quantidades de energia necessárias aos processos físicos de transferência de massa (evapotranspiração) e de energia entre coberturas vegetais e a atmosfera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Budyko, M. I. 1974. Climate and Life. *International Geophysics Series, Academic Press*. n. 18.
- Guillaumet, J. L.; Kahn, F. 1982. Structure et dynamisme de La forêt. *Acta Amazonica*. 12(3): 61-77.
- Hartmann, D. L. 1994. Global Physical Climatology. *International Geophysics Series, Academic Press*. n. 56.
- Honzák, M.; Lucas, R.M.; Amaral, I.; Curran, P.J.; Foody, G.M.; Amaral, S., 1996. Estimation of the leaf area index and total biomass of tropical regenerating forests: comparison of methodologies, p. 365-381. In: Gash, J.H.C.; Nobre, C.A.; Roberts, J.M.; Victoria, R.L. (Eds.). *Amazonian Deforestation and Climate*. Institute of Hydrology, UK.
- Houghton, J.T.; MeiraFilho, L.G.; Callander, B.A.; Harris, N.; Kattenberg, A. Maskell, K. 1996. Climate Change 1995. *Cambridge University Press*.
- Liou, K. N. 2002. An Introduction to Atmospheric Radiation. *International Geophysics Series, Academic Press*. n. 84.
- List, R. J. 1968. Smithsonian Meteorological Tables. *Smithsonian Institution Press*. Washington.
- Marques Filho, A.O. 1992. Modèles des transferts radiatifs à l'intérieur des couverts végétaux – les solutions analytiques. *Acta Amazonica*. 22(4):541-565.
- Marques Filho, A.O.; Dallarosa, R.G. 2000. Interceptação de radiação solar e distribuição espacial de área foliar em floresta de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica*. 30(3):453-470.

Marques Filho, A.O.; Dallarosa, R.G. 2001. Atenuação de radiação solar e distribuição vertical de área foliar em floresta – Reserva Jaru, Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica*. 31(1):39

Marques Filho, A.O.; Dallarosa, R.G.; Pachêco, V. B. 2005. Radiação solar e distribuição vertical de área foliar em floresta – Reserva Biológica do Cuieiras – ZF2, Manaus. *Acta Amazonica*. 35 (4) : 431 – 440.

Myneni, R.R.; Ross, J.; Asrar, G. 1989. A review on the theory of photon transport in plant canopies. *Agricultural and Forest Meteorology*. 45: 1-153.

Nilson, T. 1971. A theoretical analysis of the frequency of gaps in plant stands. *Agricultural and Forest Meteorology*. 8: 25-38.

Raudkivi, A. J. 1979. *Hydrology*. Pergamon Press, Great Britain. 479pp.

Ross, J. 1981. *The Radiation Regime and the Architecture of Plant Stands*. Dr. W. JunkPubl, The Netherlands. 391pp.

Sellers, W. D. 1965. *Physical Climatology*. University of Chicago Press.

Wallace, J. M.; Hobbs, P. V. 2006. Atmospheric Science. *International Geophysics Series, Academic Press*. n. 92.

Wandelli, E.V.; Marques Filho, A.O. 1999. Medidas de radiação solar e índice de área foliar de coberturas vegetais. *Acta Amazonica*. 29(1): 57-78.

Watson, D.J. 1947. Comparative physiological studies on growth of field crops. I - Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*. 11:41-76.



Foto: Arquivos LMF/INPA

Na Amazônia, ao contrário de outras regiões,
a chuva é mais importante do que
a temperatura para efeito de comparações.

A floresta e mudanças climáticas

Francisco Gasparetto HIGUCHI
Arnaldo CARNEIRO FILHO
Roseana Pereira da SILVA
Adriano José NOGUEIRA LIMA
Joaquim dos SANTOS
Niro HIGUCHI

Introdução

O fato de a árvore retirar o CO_2 da atmosfera e transformá-lo em componentes macromoleculares da madeira como celulose, lignina e hemicelulose, a qualifica como peça-chave no processo de mudanças climáticas. Ao considerar todas as árvores da floresta amazônica, por exemplo, este papel é magnificado em imensuráveis vezes. No entanto, mesmo diante do extraordinário território coberto por florestas na região, o mais sensato é relativizar este papel simplesmente porque a quantidade de CO_2 contido na atmosfera é muito maior do que a capacidade de absorção da floresta amazônica. Do ponto de vista aritmético, os vegetais sozinhos não serão capazes de trazer de volta os níveis aceitáveis de concentração de CO_2 na atmosfera. As florestas desempenham papel importante na troca gasosa com a atmosfera e, por esta razão, neste capítulo será abordada a questão relacionada com o papel da floresta amazônica no processo de mudanças climáticas. Serão trabalhados os conceitos de sistema climático, carbono, clima e tempo, análise histórica das mudanças climáticas e a transformação da questão em instrumentos obrigatórios e não obrigatórios. Do ponto de vista prático serão apresentados os métodos utilizados para estimar o estoque de carbono da floresta.

ALGUNS CONCEITOS

Sistema climático do Planeta Terra:

O sistema climático da Terra é composto de: **atmosfera**, **biosfera** (seres vivos da terra e das águas), **criosfera** (áreas cobertas pelo gelo durante parte ou por todo o ano), **hidrosfera** (parte líquida) e **litosfera** (as crostas terrestre e oceânica).

Trata-se de um sistema complexo e não-linear que pode ser definido como o conjunto de processos físicos e químicos internos da atmosfera e suas interações com outros componentes do meio ambiente. Consiste em um conjunto de componentes que se transformam e interagem no tempo, resultado de suas dinâmicas internas características e de influências externas (atividades humanas, erupções vulcânicas e variações na atividade solar).

A atmosfera é composta de cinco camadas, que são: **troposfera** (até 20 km de altura), **estratosfera** (até 50 km), **mesosfera** (até 85 km), **termosfera** (até 690 km) e **exosfera** (até 10.000 km). A camada mais importante para os seres vivos do planeta Terra é a troposfera, onde praticamente todos os fenômenos meteorológicos estão presentes. A altura média da troposfera é de 12 km. Esta camada pode ser considerada “muito fina” porque recobre um planeta de 12.000 km de diâmetro.

Composição química da Atmosfera:

A atmosfera é composta, basicamente, de Nitrogênio (78,1%) e Oxigênio (21%), ou seja, estes dois elementos contribuem com 99,1% dos gases na atmosfera. Todos os demais gases, inclusive os gases de efeito estufa, contribuem com apenas 0,9 %. A contribuição do CO_2 é de 0,04%. Se o planeta Terra dependesse de Nitrogênio e Oxigênio para o seu aquecimento, a temperatura média da Terra seria -18°C porque estes dois elementos não impediriam que toda a energia emitida pelo Sol fosse refletida. Por outro lado, os gases de efeito estufa (participação menor do que 0,9%) são gases transparentes também, mas que deixam passar as radiações de onda curta e absorvem as radiações de onda longa e funcionam como um cobertor para a Terra. Os principais gases de efeito estufa naturais são: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Ozônio e vapor d'água.

Carbono:

O carbono é um elemento fundamental para os seres humanos porque está presente em todos os cantos que cercam o ser humano, da atmosfera

(gás carbônico) às profundezas da terra (petróleo, gás mineral e carvão). O símbolo é C e tem número atômico igual a 6 (6 prótons e 6 elétrons) e massa atômica igual a 12 *u*. Na natureza, a substância de Carbono mais conhecida é o diamante. Este elemento químico combina com outros átomos podendo formar o gás carbônico, por exemplo, que é vital para a fotossíntese. Pode formar ainda outros numerosos compostos orgânicos como metano, butano e etanol. Está presente na alimentação dos seres humanos na forma de ácidos graxos, ésteres etc. Está presente também em importantes minerais para os humanos como calcita e calcário.

$$1 u = 1,66 / 10^{27} \text{ kg}$$

O Carbono presente na Terra se origina, basicamente, de dois ciclos: geológico e biológico. Mais de 99% do carbono terrestre é produto de ciclos geológicos de bilhões de anos e está nas crostas (litosfera) terrestres & oceânicas e nas rochas sedimentares. Os estoques de Carbono resultantes do ciclo biológico são infinitamente menores do que aqueles do ciclo geológico. No entanto, o ciclo biológico do Carbono é bem mais rápido do que o geológico e é fundamental para a manutenção da vida na Terra. Os hidrocarbonetos (petróleo, gás natural e carvão) aprisionados por milhões de anos na litosfera, quando queimados são oxidados e transformam-se em importantes inputs de gases de efeito estufa para a atmosfera. Atualmente, isto significa um input para a atmosfera de 6,3 bilhões de toneladas de Carbono por ano somente com a utilização dos hidrocarbonetos.

A associação deste elemento químico com as questões climáticas globais está relacionada com sua abundância. Os gases naturais de efeito estufa considerados no Protocolo de Quioto são: CO₂, CH₄ e N₂O. De acordo com o inventário global de **emissões de 2004, os gases derivados do Carbono contribuíram com 91% de tudo que foi emitido**. Desta contribuição, o CO₂ contribuiu sozinho com 76,7%. Por esta razão, o CO₂ é tomado como referência para a definição dos créditos de Carbono – v. box. Uma tonelada de metano, por exemplo, no mercado equivale a 21 créditos ou toneladas de CO₂. Isto quer dizer também que o metano é 21

vezes mais perigoso do que o CO_2 . O Carbono é hoje uma mercadoria, como serviço ambiental, que está se transformando em oportunidades de negócios para aqueles que trabalham com florestas.

Crédito de Carbono segundo o Protocolo de Quioto

Redução certificada de emissões

1 crédito = 1 t CO_2

Naturais:

Gás carbônico => CO_2 = 1 crédito

Metano => CH_4 = 21 créditos

Óxido nitroso => N_2O = 310 créditos

Industriais:

Hidrofluorcarbonos (substituto do CFC) => HFCs = 140-11700

Perfluorcarbonetos (substituto do CFC) => PFCs = 6500-9200

Sulfohexafluoreto (isolante elétrico, condutor de calor e líquido congelante) => SF_6 = 23900

O Carbono é estimado a partir da biomassa seca em estufa. Segundo o IPCC, as categorias de Carbono ou biomassa da vegetação são: (a) Carbono ou biomassa viva acima do nível do solo (ou aérea); (b) Carbono ou biomassa morta acima do nível do solo (serapilheira grossa ou necromassa) e (c) Carbono ou biomassa de raízes grossas. Nos estudos do LMF, as raízes grossas são subdivididas em duas categorias: (i) raízes menos grossas (RMeG) com diâmetro de base maior ou igual a dois milímetros e menor do que cinco centímetros e (ii) raízes mais grossas (RMaG) com diâmetro de base maior ou igual a cinco centímetros.

Para o IPCC, são consideradas apenas raízes grossas com diâmetro de base acima de 2 mm porque menores do que isto não podem ser, empiricamente, separadas da matéria orgânica.

Efeito Estufa:

É um fenômeno natural causado pela presença de nuvens e gases que compõem a atmosfera, sobretudo o vapor de água (responsável pelos fenômenos meteorológicos e estabilidade do clima) e o dióxido de carbono, que provocam o aquecimento da superfície do planeta. São origina-

dos pelo processo natural de absorção de radiação solar de ondas curtas e emissão de raios infravermelhos pelo planeta Terra (Figura 1).

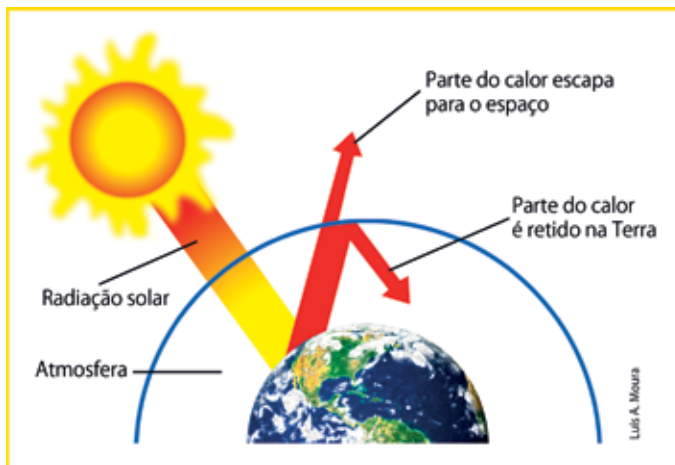


Figura 1: Esquema ilustrativo da camada de gases e o efeito estufa.

Fonte: Adaptado de Gewandznojder (2004).

Clima e Tempo:

Clima – é usualmente definido como o “*tempo médio*”, ou mais rigorosamente, como a estatística descritiva do tempo em termos da média e da variabilidade de relevantes quantidades em períodos de várias décadas (tipicamente *três décadas* como definido pela Organização Mundial de Meteorologia). Estas quantidades são mais frequentemente variáveis da superfície como *temperatura*, *precipitação* e *vento*, mas num sentido mais amplo, o “clima” é a descrição do estado do sistema climático.

Tempo – é o estado físico das condições atmosféricas em um determinado momento e local. Isto é, a influência do estado físico da atmosfera sobre a vida e as atividades do homem.

Tipos climáticos da Amazônia e classificação das florestas da região de acordo com os tipos climáticos:

Em geral, o clima de uma determinada região ou sítio é descrito de acordo com a classificação de Köppen-Geiger ou, mais comumente, classificação de Köppen. Na região amazônica podem ser encontrados três tipos climáticos: Af, Aw e Am, respectivamente, clima tropical que não apresenta estação seca, clima tropical com inverno seco bem definido e clima tropical com moderada estação seca. A precipitação anual é quem determina a classificação final do tipo de clima da Amazônia. As diferenças de temperaturas médias da Amazônia não chegam a 10%, enquanto que a diferença entre a região mais chuvosa (3.750 mm em Taraquá, AM) e a menos chuvosa (1750 mm no Sul do Pará) pode atingir 100%.

Classificação de Köppen (região amazônica) Primeira letra (indicador de grupo)

A – Clima tropical com temperatura do mês mais frio do ano superior a 18°C.

B, C, D e E – Outros climas de outras regiões (respectivamente, árido, temperado quente, temperado frio e glacial).

Segunda letra (indicador de tipo)

f - Este tipo não apresenta estação seca e a precipitação do mês menos chuvoso é igual ou superior a 60 mm: praticamente todo o Amazonas.

m - Apresenta característica de clima de monção, com moderada estação seca e ocorrência de precipitação média mensal inferior a 60 mm: Ilha do Marajó e faixa litorânea paraense.

w - Caracteriza-se por apresentar inverno seco bem definido e ocorrência de precipitação média mensal inferior a 60 mm: Sul do Pará

As florestas da Amazônia são também classificadas de acordo com o clima, mas levando em conta, principalmente, a precipitação anual média. A classificação mais utilizada é a de Holdridge, que considera a biotemperatura e a precipitação anual. Para as florestas tropicais a biotemperatura considerada é acima de 24°C. As florestas são, então, classificadas de acordo com a precipitação anual. As florestas tropicais variam de “desértica” (precipitações médias anuais de 62,5 a 125 mm) à “chuvosa” (entre 8.000 a 16.000 mm). Na América do Sul, as florestas de Lloró (Colômbia) fazem parte daquelas poucas que poderiam ser classificadas como florestas tropicais chuvosas porque a precipitação anual da região é de mais de 12.000 mm. É muito comum referir-se à floresta amazônica brasileira, em inglês, como sendo *tropical rainforest* ou chuvosa. Como jargão jornalístico é aceitável, mas tecnicamente está errado porque na Amazônia brasileira não há floresta tropical chuvosa. Na Amazônia predominam as florestas tropicais úmidas (entre 2.000 a 4.000 mm). A precipitação anual média de Manaus é de, aproximadamente, 2.500 mm.

**Zonas de vida de Holdridge para a região latitudinal considerada
“tropical” (biotemperatura acima de 24°C)
para as seguintes precipitações anuais médias:**

- 62,5 a 125 mm: desértica (desert)
- 125 a 250 mm: arbustiva desértica (desert scrub)
- 250 a 500 mm: mata espinhosa (thorn woodland)
- 500 a 1.000 mm: floresta muito seca (very dry forest)
- 1.000 a 2.000 mm: floresta seca (dry forest)
- 2.000 a 4.000 mm: floresta úmida (moist forest)
- 4.000 a 8.000 mm: floresta super-úmida (wet forest)
- 8.000 a 16.000 mm: floresta chuvosa (rain forest)

Definição de floresta segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação):

“Área medindo mais de 0,5 ha com árvores maiores que 5 m de altura e cobertura de copa superior a 10% (projeção das copas no chão), ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros in situ. Isso não inclui terra que está predominantemente sob uso agrícola ou urbano.”

MUDANÇAS CLIMÁTICAS REMOTAS

Durante os últimos dois bilhões de anos, o clima da Terra alternou fases frias, caracterizadas pela presença de geleiras e fases quentes como no tempo dos dinossauros. Na Amazônia, encontram-se algumas das rochas mais antigas do mundo, certas rochas graníticas da serra dos Carajás foram datadas em 3 bilhões de anos. Mas estas rochas não fornecem indicação sobre o clima da Amazônia daquela época porque elas se cristalizam no interior da crosta terrestre. As informações sobre o clima do passado, ou paleoclima, provêm das rochas sedimentares, formadas na superfície da terra, como os arenitos (formados por areias) ou os calcários (formados por carbonatos de cálcio).

O Paleoclima da Amazônia

Os primeiros índices paleoclimáticos encontrados nas rochas sedimentares amazônicas datam de 440 milhões de anos indicam a presença de geleiras. Nesta época a Terra era fria e a América do Sul pertencia, junto com a África e Austrália a um grande continente chamado Gondwana. O Gondwana estendia-se, há 440 milhões de anos, do pólo sul, onde ficava a Amazônia, até os trópicos onde ficavam a Austrália e a Antártica.

Há 300 milhões de anos o tipo de rochas sedimentares depositadas na Amazônia mudou. Formaram-se dunas de areia, calcários e evaporitos. Esses são depósitos de sais criados pela evaporação dos

corpos d'água, como lagos e lagoas, sob influência de um clima seco. Nessa época, a terra estava novamente submetida a um clima frio, porém a tectônica de placas tinha deslocado a América do Sul para latitudes médias o que explica as evidências de clima seco, circumpolares, na Amazônia. Após esta época a tectônica das placas colocou a Amazônia numa posição tropical e equatorial.

Há 110 milhões de anos, a América do Sul separou-se da África completando a formação do Oceano Atlântico que teria uma grande influência sobre o clima da região e sobre o clima global. O clima da Terra inicia uma nova era fria chamada **Quaternário** (dois milhões de anos atrás). Esta época também corresponde ao desenvolvimento da espécie humana. No Quaternário, os indícios de mudanças paleoclimáticas são muito mais numerosos porque são melhor preservados em sedimentos relativamente jovens. Assim foram observadas várias fases de clima globais mais frios, chamadas glaciais, ou relativamente mais quente, chamadas interglaciais, que se sucederam em intervalos de 40.000 a 100.000 anos.

A última fase glacial teve seu máximo em 20.000 anos atrás e há 10.000 anos vive-se no **Holoceno**, que corresponde à fase interglacial atual. Porém, os primeiros indícios da existência dessas fases são oriundos das latitudes médias porque estas regiões foram sucessivamente cobertas e descobertas pelas geleiras. Esta alternância é facilmente detectada nos registros sedimentares. Além do mais, os estudos na Europa e na América do Norte são muito mais numerosos do que em regiões tropicais. Até a metade do século XX acreditava-se que as mudanças climáticas do Quaternário não tinham afetado os trópicos.

Dunas Eólicas

Coincidentemente o primeiro indicador de mudanças paleoclimáticas quaternárias na Amazônia é o mesmo das mudanças climáticas do fim do Carbonífero, há 300 milhões de anos: a formação de dunas eólicas. Ao norte da bacia amazônica, podem ser encontrados diversos campos arenosos com dunas eólicas. Hoje, esses campos de dunas estão recobrer-

tos por cerrado ou floresta. Algumas dessas “dunas fósseis” tem até 35 m de altura e podem ser encontradas em áreas marginais ao rio Negro, enquanto outras raramente atingem 10 m de altura. Como característica geral essas dunas são paralelas, alinhando-se no sentido nordeste-sudoeste, o que determina um padrão bem definido de vento. Também ocorrem campos de dunas fósseis nos limites entre a Colômbia e a Venezuela, nos llanos das bacias dos rios Apure, Arauca e Meta, afluentes o Orinoco.

Datações das paleodunas brasileiras, pelo método termoluminescência, revelaram limites cronológicos entre 32,6 mil e 7,8 mil anos atrás. Estudos sugerem que nos períodos mais secos ocorridos durante os períodos glaciais globais, essas superfícies arenosas perderam seu revestimento florestal protetor (tipo campinarana) e, tendo apenas uma rala cobertura vegetal do tipo campina, foram esculpidas por ventos alísios que na época sopravam com maior intensidade e carregavam menos umidade.

Erosão das vertentes

O segundo indício geomorfológico de mudanças climáticas na Amazônia é representado pelas marcas de erosão das vertentes. Estas marcas, hoje cobertas pelas florestas, indicam que houve, no passado, eventos de intensa erosão que poderiam ter sido facilitados pela presença de uma vegetação mais aberta do que a floresta pluvial atual. Os estudos do aporte de material erodido em diferentes lagos mostram, de fato, uma fase de forte erosão das vertentes de 25.000 a 14.000 anos. Mais do que uma mudança da cobertura vegetal, essa fase parece corresponder a eventos de chuvas intensas ocorrendo na transição do clima glacial para o interglacial. De fato, eventos de forte erosão dos solos tropicais foram registrados a cada transição glacial-interglacial pela concentração em Goetita (Hidróxido de Ferro típico dos solos das baixas terras tropicais da bacia Amazônica) nos sedimentos do cone da Amazônia. Portanto, o principal responsável pela erosão das vertentes amazônicas não seria, nem o clima glacial nem o clima interglacial, mas os desequilíbrios meteorológicos que ocorrem na transição glacial-interglacial.

Paleovegetação e Paleolagos

No fim dos anos 60, a grande biodiversidade da Amazônia foi interpretada pela teoria dos refúgios. Segundo esta teoria, durante fases de climas mais secos as populações de flora e fauna teriam sido isoladas em refúgios florestais, propiciando, pelo isolamento genético, o aparecimento de novas espécies.

O último máximo glacial, há 20.000 anos A.P (antes do presente, por convenção antes de 1950), parecia uma época muito propícia para esse processo. Hoje em dia sabe-se que a divergência das espécies demora muito mais que 20.000 anos. Mas, a teoria dos refúgios foi a grande polêmica dos anos 80 e 90, o que felizmente motivou diversos estudos de paleovegetação na Amazônia. Os primeiros estudos revelaram a existência da floresta antes do máximo Glacial (de 30.000 a 20.000 anos A.P.) e mostraram a presença de árvores de clima frio nesta floresta. O abaixamento da temperatura na época glacial na Amazônia é estimado hoje em 5°C. Este dado contribuiu bastante para melhoria dos modelos paleo-climáticos globais, que inicialmente indicavam uma redução de temperatura no máximo Glacial na faixa de 1-2°C.

Os primeiros dois registros relativamente contínuos de mudanças da vegetação na Amazônia durante os últimos 50.000 anos são as sondagens dos sedimentos lacustres de Carajás, na Amazônia Oriental, e do Morro dos Seis Lagos, na Amazônia Ocidental. Esses sedimentos foram datados pelo método do Carbono 14 e o pólen preservado dentro dos sedimentos foi analisado para reconstituir as paisagens vegetais do passado. Em Carajás, onde a precipitação atual é de 1900 mm, a vegetação de floresta desapareceu de 20.000 até 15.000 anos A.P., enquanto que no Morro dos Seis Lagos a floresta permaneceu ao longo de todo o arquivo sedimentar.

Estudos de pólen nas regiões de transições floresta-cerrado situadas ao norte e ao sul da Amazônia mostram uma expansão das savanas durante o Máximo Glacial, que foi observada na Colômbia, na

Bolívia e no Brasil. Uma segunda época de abertura de vegetação foi observada no Holoceno médio de 8.000 até 5.000 anos A.P. Os níveis passados dos lagos podem também ser reconstituídos a partir dos estudos de sedimentos lacustres. Essas pesquisas mostram que o nível dos lagos da Amazônia era baixo na época do Máximo Glacial e alguns lagos, como os de Carajás, desapareceram.

Paleo-incêndios

Nos anos 70 foram descobertos carvões nos solos da Amazônia. Eles foram datados pelo método do Carbono 14 sendo referentes ao Holoceno Médio. Mais recentemente, estudos de micro-carvões nos sedimentos lacustre demonstraram a ocorrência de incêndios muito freqüentes. Uma primeira fase foi datada entre 8.000 e 5.000 anos A.P. Nesta época o homem vivia na Amazônia e pode ter contribuído com as queimadas. Mas outros indícios mostram que este período corresponde a uma fase de clima mais seco, talvez com período de seca prolongando-se durante vários anos. Após 5.000 anos, são observadas fases de incêndios de menor intensidade, mostrando que a variabilidade do clima historicamente proporciona condições de queimadas na Amazônia. Estas fases de incêndios correspondem a rupturas da sequência cultural dos habitantes da Ilha de Marajó registrada nos vestígios de cerâmicas. Isso é uma indicação da interferência do clima sobre as sociedades humanas.

Constata-se, portanto, que os registros de mudanças do clima num passado distante indicam também mudanças importantes na paisagem da Amazônia. A compreensão dessas mudanças passadas é uma ferramenta importante para compreensão das mudanças climáticas futuras. Há, no entanto, recentes mudanças climáticas que tem, em comum com o passado, o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera. No entanto, os intervalos dessas mudanças ocorriam em intervalos de, aproximadamente, 100 mil anos. O risco é diminuir este intervalo sem dar tempo necessário para devidas adaptações.

A Figura 2 ilustra a dinâmica da concentração de CO₂ na atmosfera dos últimos 400 mil anos. Os picos históricos das concentrações que ocorreram em intervalos de, aproximadamente, 100 mil anos nunca atingiram 300 ppm (partes por milhão). Em 2009, a concentração de CO₂ na atmosfera tinha atingido 397 ppm.

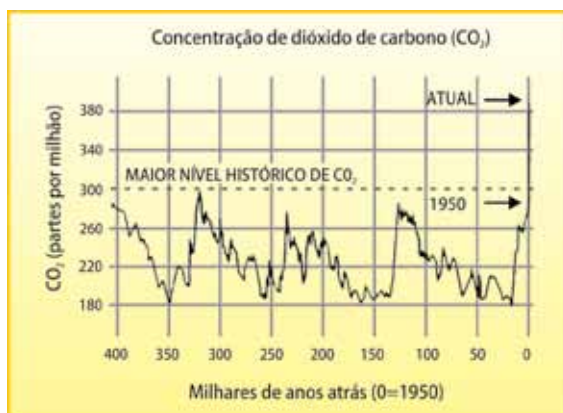


Figura 2: Dinâmica das concentrações de CO₂ na atmosfera dos últimos 400 mil anos.

Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-efeito-estufa/aquecimento-global-11.php>

MUDANÇAS CLIMÁTICAS RECENTES

Este tema passou a ocupar o imaginário coletivo a partir do aumento confirmado da concentração do dióxido de carbono na atmosfera. Até 1960, este debate se restringia a pequenos grupos da elite acadêmica. A partir de 1980, o debate começou a se popularizar consolidando-se com os primeiros produtos do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima). O primeiro relatório de avaliação do IPCC foi publicado em 1990 e o quarto relatório, o mais famoso por ganhar o Prêmio Nobel da Paz em 2007 foi publicado em 2007. Os estudos indicam que este aumento gradativo vem ocorrendo a partir da revolução industrial iniciada em meados do Século XVIII.

IPCC

Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima The Intergovernmental Panel on Climate Change

Este órgão foi criado por duas organizações das Nações Unidas (ONU), Organização Mundial de Meteorologia (WMO, em Inglês) e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, em Inglês). O IPCC foi criado em 1988 para levantar as informações sobre a ciência e os impactos das mudanças climáticas, assim como as opções econômicas para os processos de mitigação ou adaptações às mudanças. O IPCC é o braço científico/ técnico/sócio-econômico das Conferências das Partes (COP, em Inglês) e da Convenção do Clima.

O IPCC é um corpo científico, que revê e avalia as mais recentes informações científicas, técnicas e sócio-econômicas produzidas em todo o mundo para um melhor entendimento das mudanças climáticas. O IPCC não conduz nenhum tipo de pesquisa e nem monitora o clima do ponto de vista de coleta de dados. Milhares de cientistas e pesquisadores do mundo inteiro contribuem com o IPCC como voluntários. A revisão é uma parte essencial do IPCC para assegurar uma avaliação objetiva e completa da informação corrente. Os diferentes pontos de vista da comunidade científica são refletidos nos relatórios do IPCC.

Por causa de sua natureza científica e intergovernamental, o IPCC incorpora uma oportunidade única para fornecer informações rigorosas e balanceadas para os tomadores de decisão. Ao endossar os relatórios do IPCC, os governos reconhecem a autoridade do conteúdo científico. O trabalho do IPCC é, por esta razão, politicamente relevante ainda que seja politicamente neutro e nunca politicamente prescritivo.

Os registros indicam que, antes da revolução industrial, a concentração de CO_2 na atmosfera era de, aproximadamente, 275 ppm. Em 1980, a concentração atingira 350 ppm; hoje, em 2011, esta concentração já deve ter chegado aos 400 ppm. Para reforçar esta constatação, o primeiro inventário global de emissões de carbono para a atmosfera foi divulgado para o período 1980 – 1989. Neste inventário ficou constatado que a emissão média anual era de 7 Pg¹ C sendo 77% devido à queima de combustível fóssil e processos industriais e 23% de processos envolvendo uso do solo. Um novo inventário para o período 1989 – 1998 foi constatado um aumento nas emissões saltando 8 Pg C por ano sendo 80% devido aos processos industriais e 20% do uso do solo.

Como consequência desses debates e constatações, o mundo por meio da ONU (Organização das Nações Unidas) se mobilizou em 1992, durante a Rio-92 e aprovou a Convenção do Clima. Esta Convenção depois de ratificada pela maioria das Partes² passou a ser um documento obrigatório internacional. O Brasil ratificou-a em 1994; portanto, desde então, a Convenção do Clima também é uma lei brasileira. Em 1997 em Quioto (Japão) foi aprovado o Protocolo de Quioto, que acrescentou um novo conteúdo à Convenção do Clima. Este conteúdo envolveu, principalmente, o estabelecimento de metas de reduções de emissões para Partes do Anexo B³ e mecanismos de flexibilização para o cumprimento das metas. Considerando todas as Partes do Anexo B, a redução média é de, aproximadamente, 5% daquilo que foi emitido em 1990. O período de compromisso do Protocolo iniciou em 2008 e se encerra em 2012, quando as metas de reduções serão devidamente avaliadas ou cumpridas.

Dentre os três mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto, um foi especialmente formatado para os países não incluídos no Anexo B, aqueles considerados países em desenvolvimento. Este mecanismo foi definido no artigo 12 do Protocolo de Quioto com o nome de **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo** (MDL). O MDL envolve duas frentes: o uso de tecnologia para as reduções de emissões e o uso do setor agrícola e florestal para incrementar o sequestro de carbono da atmosfera. Com a introdução do MDL ao Protocolo de Quioto, o carbono da floresta se transformou em grande oportunidade de negócios para a região amazônica. O MDL passou a ser a grande fonte de recursos financeiros para agregar valor ao manejo florestal e uma poderosa arma para combater o desmatamento nas regiões tropicais. Na prática, 14

2 Parte da Convenção pode ser um único País (Brasil, por exemplo) ou um conjunto de Países (Comunidade Europeia, por exemplo).

3 Anexo B: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Europeia, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos da América, Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Mônaco, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheca, Romênia, Suécia, Suíça e Ucrânia.

anos após a aprovação do Protocolo, porém, nenhum MDL florestal foi aprovado para a região amazônica. No Brasil, de mais de 200 projetos MDL aprovados, apenas um projeto de reflorestamento foi aprovado pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, em 2009. A maioria dos projetos MDL aprovados é relacionada com tecnologia para redução de emissões.

O fracasso atribuído ao MDL para reduzir emissões do setor uso do solo não foi um privilégio do Brasil; praticamente em todos os países em desenvolvimento, o MDL produziu o mesmo efeito. No vácuo do MDL surgiu o REDD (**Redução de Emissões pelo Desmatamento em Países em Desenvolvimento**) com uma proposta concreta para incentivar o desmatamento evitado. Depois do lançamento do quarto relatório de avaliação do IPCC, em 2007, a própria ONU criou o programa UN-REDD mantendo a sigla, mas acrescentando a palavra “degradação florestal”. Apesar de ser uma modalidade da ONU, o REDD ainda não está formalizado sob a Convenção como um mecanismo de comercialização do carbono da floresta. Mesmo assim, já há alguns projetos REDD em andamento na Amazônia e vários estudos de viabilidade para esta modalidade.

Convenção do Clima: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

Esta Convenção foi assinada no dia 4/6/92, durante a Rio-92. A ratificação pelo Senado da República foi publicada no Diário Oficial da União do Texto da Convenção - D.O.U - 04/02/1994 - Seção - Decreto Legislativo nº 01. Portanto, a Convenção é uma lei brasileira. O principal objetivo desta Convenção é a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera a um nível que impeça as interferências antrópicas no sistema climático.

Definições importantes:

1. "Efeitos negativos da mudança do clima" significa as mudanças no meio ambiente físico ou biota resultantes da mudança do clima que tenham efeitos deletérios significativos sobre a composição, resiliência ou produtividade de ecossistemas naturais e administrados, sobre o funcionamento de sistemas socioeconômicos ou sobre a saúde e o bem-estar humanos.
2. "Mudança do clima" significa uma mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis.
3. "Sistema climático" significa a totalidade da atmosfera, hidrosfera, biosfera e geosfera e suas interações.
4. "Emissões" significa a liberação de gases de efeito estufa e/ou seus precursores na atmosfera numa área específica e num período determinado.
5. "Gases de efeito estufa" significa os constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha.
6. "Organização regional de integração econômica" significa uma organização constituída de Estados soberanos de uma determinada região que tem competência em relação a assuntos regidos por esta Convenção ou seus protocolos, e que foi devidamente autorizada, em conformidade com seus procedimentos internos, a assinar, ratificar, aceitar, aprovar os mesmos ou a eles aderir.
7. "Reservatórios" significa um componente ou componentes do sistema climático no qual fica armazenado um gás de efeito estufa ou um precursor de um gás de efeito estufa.
8. "Sumidouro" significa qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de um gás de efeito estufa da atmosfera.
9. "Fonte" significa qualquer processo ou atividade que libere um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de gás de efeito estufa na atmosfera.

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL

Artigo 12 do Protocolo de Quioto

1. Fica definido um mecanismo de desenvolvimento limpo.
2. O objetivo do mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3.
3. Sob o mecanismo de desenvolvimento limpo:
 - (a) As Partes não incluídas no Anexo I beneficiar-se-ão de atividades de projetos que resultem em reduções certificadas de emissões; e
 - (b) As Partes incluídas no Anexo I podem utilizar as reduções certificadas de emissões, resultantes de tais atividades de projetos, para contribuir com o cumprimento de parte de seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3, como determinado pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes neste Protocolo.
4. O mecanismo de desenvolvimento limpo deve sujeitar-se à autoridade e orientação da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes neste Protocolo e à supervisão de um conselho executivo do mecanismo de desenvolvimento limpo.
5. As reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto devem ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes neste Protocolo, com base em:
 - (a) Participação voluntária aprovada por cada Parte envolvida;
 - (b) Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima; e
 - (c) Reduções de emissões que sejam adicionais as que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto.
6. O mecanismo de desenvolvimento limpo deve prestar assistência quanto à obtenção de fundos para atividades certificadas de projetos quando necessário.
7. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes neste Protocolo deve, em sua primeira sessão, elaborar modalidades e procedimentos com o objetivo de assegurar transparência, eficiência e prestação de contas das atividades de projetos por meio de auditorias e verificações independentes.
8. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes neste Protocolo deve assegurar que uma parte dos recursos advindos de atividades de projetos certificadas seja utilizada para cobrir despesas administrativas, assim como assistir às Partes países em desenvolvimento que sejam particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima para fazer face aos custos de adaptação.
9. A participação no mecanismo de desenvolvimento limpo, inclusive nas atividades mencionadas no parágrafo 3(a) acima e na aquisição de reduções certificadas de emissão, pode envolver entidades privadas e/ou públicas e deve sujeitar-se a qualquer orientação que possa ser dada pelo conselho executivo do mecanismo de desenvolvimento limpo.
10. Reduções certificadas de emissões obtidas durante o período do ano 2000 até o início do primeiro período de compromisso podem ser utilizadas para auxiliar no cumprimento das responsabilidades relativas ao primeiro período de compromisso.

O PAPEL DA FLORESTA NO PROCESSO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Com base no último inventário global de emissões, o uso do solo contribuiu com 20% do total emitido anualmente. Ao desmatamento foi atribuído metade desta contribuição, ou seja, 10% das emissões globais. Por dedução, a contribuição do desmatamento na Amazônia brasileira é menor do que 10%. Das emissões brasileiras, no entanto, o desmatamento da Amazônia contribui com, aproximadamente, 60% das emissões anuais. Considerando apenas a quantidade de Carbono emitido pelo desmatamento da floresta amazônica é possível afirmar que zerar o desmatamento da região não terá peso significativo no processo de mudanças climáticas globais. Isto não quer dizer que se pode ignorar o desmatamento de florestas tropicais. Mesmo para o clima global, a capacidade de troca gasosa entre a floresta amazônica e a atmosfera, ainda desconhecida, não pode ser ignorada. Além disso, a quantidade de Carbono armazenada nas florestas e solos da região também não pode ser omitida.

De acordo com os inventários do laboratório de manejo florestal (LMF) do INPA, o estoque de carbono da floresta amazônica brasileira varia de 50,8 a 57,5 bilhões de toneladas. Em relação ao balanço natural entre a fotossíntese e a respiração das árvores, estudos do LMF indicam que nos últimos 20 anos, as florestas primárias da região retiraram da atmosfera, anualmente, entre 171 a 369 milhões de toneladas de C. A emissão global anual é de, aproximadamente, 8 bilhões de toneladas. No Amazonas, o estoque de Carbono varia de 22,5 a 25,2 bilhões de toneladas.

O intervalo do estoque de Carbono ou a amplitude de variação do valor médio, por exemplo, de 50,8 a 57,5 bilhões de toneladas mostra a incerteza da estimativa. Quanto maior for o intervalo, maior será a incerteza. A incerteza tem que ser sempre informada. A incerteza nada mais é do que o Intervalo de Confiança, que em todos os inventários florestais é, obrigatoriamente, apresentado. A incerteza pode ser diminuída utilizando métodos mais apropriados, equipes bem treinadas, bons instrumentos, bons mapas de vegetação, boas equações e as melhores técnicas de amostragem.

Como se estima o estoque de Carbono da floresta?

Por meio de inventários de Carbono, que são adaptações dos tradicionais inventários florestais. A quantidade de Carbono de cada árvore contida em uma unidade de amostra é estimada por meio de **equações alométricas**. A soma do Carbono de cada árvore será o estoque daquela unidade de amostra. Em geral, o inventário de uma determinada área pode ter entre 50 a 100 unidades de amostra. De todas as unidades contidas no inventário, a média aritmética é estimada, assim como o desvio padrão. De posse das estimativas das medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio), mais o número de unidades de amostras e probabilidade, o intervalo de confiança (ou incerteza) é estimado. Por último, as extrapolações são realizadas para o sítio inventariado, para o município ou para o estado.

A equipe do LMF/INPA derrubou e pesou a primeira árvore em 1987 com vistas ao desenvolvimento de equações alométricas. Em 1991 foi realizado o primeiro inventário de Carbono em duas regiões estratégicas da Amazônia, Sul do Pará e Sul de Roraima, a pedido do IPCC com vistas à Convenção do Clima que viria a ser aprovada em 1992. Até o presente, a equipe do LMF já derrubou e pesou 1528 árvores (apenas a parte aérea) e 502 árvores (parte aérea + raízes grossas). O inventário florestal contínuo (IFC) do Amazonas consta de 1715 unidades de amostra (predominantemente de 1/4 hectare cada) distribuídas em 25 diferentes localidades do estado.

A sequência de operações seguida pelo LMF até chegar à estimativa do estoque de Carbono é apresentado na Figura 3. Tudo começa com a derrubada da árvore para a obtenção do peso verdadeiro da massa fresca para o desenvolvimento das equações alométricas e para estimar os teores de água e de Carbono das diferentes partes da árvore (raízes, tronco, galho grosso, galho fino, folhas e flores ou frutos).

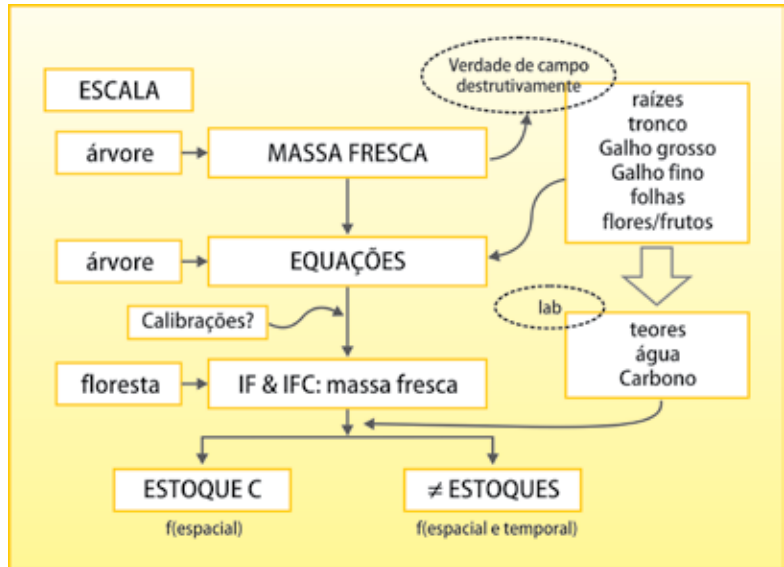


Figura 3: Esquema do LMF para estimar o carbono de uma árvore e da floresta (IF = inventário florestal e IFC = inventário florestal contínuo).

Um resumo dos resultados obtidos pelo LMF-INPA é apresentado no box.

Resultados do esforço de coleta do LMF- INPA Coleta de dados (método destrutivo): biomassa acima do solo e de raízes grossas

1. Concluiu-se que 10 quadrados são suficientes para manter o limite de erro inferior a 10%. Cada quadrado apresentou uma média de 13 árvores com DAP ≥ 5 cm.
2. O custo médio de coleta por quadrado, em floresta primária, foi de R\$ 9.600,00 \pm R\$ 1.762,00 (intervalo de confiança – IC - de 95%) – considerando a biomassa total (acima do solo e de raízes). O custo médio por árvore foi de R\$ 805,00 \pm R\$ 310,00 (IC 95%).
3. Para a coleta de biomassa acima do solo, o custo médio por árvore foi de R\$ 27,00 \pm R\$ 6,00 (IC 95%).

Equações alométricas:

1. Simples entrada para biomassa total: $PF = 2,7179 * DAP^{1,8774}$ com $r^2 = 0,94$ e $s_{y,x} = 3,9\%$. Este modelo explicou 94% da variação dos dados, com um erro de 3,9% em relação à média. Este modelo é recomendável apenas para a região de Manaus a menos que seja introduzido um fator de correção considerando a altura dominante dos diferentes sítios.
2. A altura dominante da área de coleta é de 28,6 m.
3. Dupla entrada para biomassa total: $PF = 0,5521 * DAP^{1,6629} * HT$, 0,7224 com $r^2 = 0,95$ e $s_{y,x} = 3,7\%$. Este modelo explicou 95% da variação dos dados, com um erro de 3,7% em relação à média. Este modelo é recomendável para qualquer sítio da Amazônia.

Outros resultados das parcelas fixas:

1. Do peso total da vegetação: 97,1% \pm 1,5 são de biomassa viva e 2,9% \pm 1,5 são de morta.
2. Do peso total da vegetação viva: 72,9% \pm 6,9 estão acima do solo (aérea) e 27,1% \pm 6,9 são de raízes grossas.
3. A composição da biomassa viva acima do solo é a seguinte: 93,7% \pm 2,69 de árvores com DAP \geq 5 cm; 2,85% \pm 2,07 de mudas de árvores com DAP < 5 cm; 2,31% \pm 1,68 de palmeiras e 1,77% \pm 1,01 de cipós.
4. Da biomassa de raízes, 42% \pm 8 são raízes menos grossas e 58% \pm 8 são raízes mais grossas.
5. Do peso individual da parte aérea de uma árvore: o tronco contribui com 69,2% \pm 2,6; os galhos grossos com 10,6% \pm 2,3; os galhos finos com 16,9% \pm 1,8; as folhas com 3,4% \pm 0,5. Quando há flores ou frutos, estas partes contribuem com 0,04% \pm 0,03.

Teores:

1. O teor de água ponderado por partes da árvore (incluindo raízes) é de 41,6%, com incerteza de 2,8%.
2. O teor de Carbono ponderado por partes da árvore é de 48,5%, com incerteza de 0,9%.

Inventário florestal:

1. Para monitorar árvores com DAP \geq 10 cm, parcelas retangulares de 2.500 m² são suficientes.
2. Para a construção da linha de base e adicionalidade de projetos MDL ou REDD, o conceito tradicional de inventário florestal precisa ser ampliado.
3. Além da estimativa da necromassa que precisa ser incluída nos inventários, há necessidade de incluir também os seguintes levantamentos: sócio-ambiental, solos, florístico, madeira caída, regeneração natural, produtos não madeiráveis e fauna.
4. O custo (custeio apenas) para instalar uma parcela do IFC é de R\$ 337,91 \pm 72,02 (C 95%).
5. A produtividade de uma equipe de campo é de 8 parcelas por dia.

Equações alométricas:

No jargão florestal, equação alométrica nada mais é do que uma equação de regressão, ou seja, uma função entre a variável dependente (biomassa ou carbono) e outras variáveis independentes como diâmetro e altura total da árvore. As equações são utilizadas para estimar a biomassa ou o próprio Carbono de forma indireta; utiliza-se uma ou mais variáveis independentes da árvore para obter estas estimativas. Por esta razão, estas variáveis tem que ser obtidas diretamente da árvore; não podem ser estimadas. As incertezas vêm embutidas nas próprias equações, que são aquelas inerentes ao método e a variação existente entre árvores. Estas incertezas são fornecidas pelo modelo. Quando a variável dependente é resultado de outra estimativa, há uma propagação (desconhecida) de erros que sequer poderá ser quantificada. Assim, não é conhecido nenhum método alternativo para a obtenção da variável dependente que não seja por meio da derrubada e pesagem da árvore.



Figura 4: Procedimentos de campo para determinação da Biomassa Florestal.
 (a) Inventário Florestal; (b) Derrubada da árvore; (c) Separação do tronco; (d) Pesagem do tronco; (e) Retirada de amostras para determinação dos teores de água e carbono.

Fonte: LMF/INPA

Coleta de dados (variável dependente): método destrutivo

O método do LMF para obtenção da variável dependente massa fresca começa com a seleção de uma área fixa para a aplicação do método destrutivo. Dentro desta área-controlada conhecida, todas as árvores são identificadas (nome popular e científico) e seus diâmetros são medidos. Em seguida, cada árvore dentro desta área é derrubada. O passo seguinte é pesar uma a uma. Pesar uma árvore inteira é uma tarefa extremamente difícil, por isso é necessário dividi-la em partes. Essas partes foram assim definidas: (i) raízes grossas; (ii) tronco; (iii) galhos grossos; (iv) galhos finos; (v) folhas e (vi) frutos ou flores. Os elementos de cada parte são pesados individualmente e depois somados para determinação do peso fresco total da respectiva árvore (Figuras 4, 5 e 6). Em seguida, são coletadas amostras, pequenos pedaços de cada compartimento, para determinação dos teores de água e carbono.



Figura 5: (a) Separação de folhas; (b) separação de galhos; (c) pesagem.

Fonte: LMF/INPA.



Figura 6: Raízes: (a) Escavação; (b) Remoção da raiz pivotante, quando presentes; (c) amostras.

Fonte: LMF/INPA.

As amostras selecionadas para obtenção dos teores de água são levadas para um laboratório, onde são colocadas para secar em uma estufa, a 65°C. Ao secar, essas amostras começam a perder peso, pois a água que estava contida nelas começa a evaporar. O peso das amostras é medido periodicamente até que o mesmo se estabilize. Ao perceber que não há mais diminuição do peso (que acontece na medida em que o material perde água), os pesquisadores consideram atingido o peso da massa seca das amostras. O teor de Carbono é obtido por meio da cromatografia gasosa a partir da combustão a seco usando o analisador CN (Sumigraph NC-900) utilizando amostras moídas de parte do material secado na estufa.

No jargão do IPCC, ao peso da massa seca é acrescentada a palavra *oven-dry* ou seca em estufa, que quer dizer esta massa não tem 0% de água.

Derrubar uma árvore é sempre um dilema ético para o pesquisador, por mais justo que seja o trabalho executado em nome da ciência. Por isso, o cuidado e os métodos são rigorosamente pensados para maximizar os resultados com o mínimo de inputs possíveis. Hoje, exceto para casos excepcionais (fim pedagógico, por exemplo), o LMF do INPA não derrubará mais árvores para estimar o carbono da floresta de qualquer parte da Amazônia.

Inventário florestal ou inventário do Carbono:

O conceito de inventário florestal precisa ser ampliado para atender as especificações de um inventário de carbono. O inventário de carbono é, basicamente, demandado para produzir um documento de concepção de projeto (DCP) de carbono do tipo REDD. Para montagem de um DCP é sempre razoável não perder de vista a necessidade de ter métodos confiáveis, replicáveis e auditáveis. Neste caso, o primeiro inventário deve ser planejado para ser repetido em ocasiões sucessivas. Apenas os pontos de GPS anotados na caminhada já não são suficientes; o ideal é apresentar a média obtida a partir de tomadas contínuas do ponto chave durante 15 minutos. Os levantamentos de produtos não madeiráveis e de solos são críticos. O levantamento florístico é obrigatório. Da mesma forma, um levantamento socioambiental é fundamental para a montagem de um DCP. Tudo isto sem esquecer-se de fornecer a estimativa do estoque de Carbono da área inventariada com a incerteza associada à mesma. Os inventários de Carbono do LMF do INPA incluem: estoque de Carbono total (acima do solo + raízes grossas), necromassa, estoque de volume de madeira, altura dominante, estoque de madeira caída, solos, botânica, raízes finas e o levantamento socioambiental.

O inventário florestal contínuo (IFC) pode ser executado por meio de uma das alternativas apresentadas na Figura 7. O LMF adota a terceira alternativa (combinação de parcelas temporárias e permanentes) desde 2004.

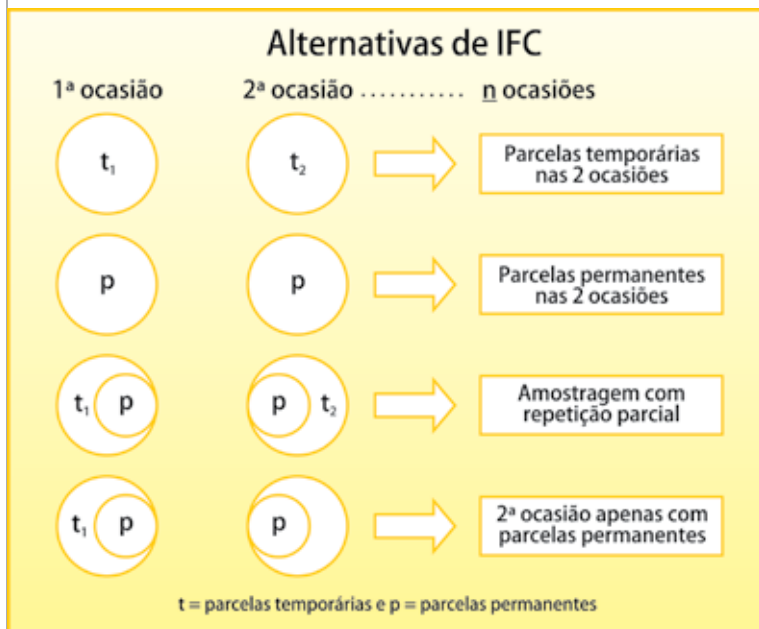


Figura 7: Esquema de inventário florestal contínuo (IFC).

Fonte: Husch *et al.*, 1972

A estimativa do estoque médio de carbono das florestas do Amazonas é $159 \pm 9,2 \text{ t C.ha}^{-1}$ (IC 95%). Traduzindo para o jargão de mudanças climáticas, este estoque significa 583 t de CO₂ armazenadas em cada hectare de floresta em pé do Amazonas. Esta informação é baseada no esforço de coletas do LMF para a instalação do sistema de IFC do Amazonas, que conta com 1715 parcelas (unidades de amostra) instaladas e medidas – cobrindo um total de 501 hectares de parcelas - em 25 diferentes sítios do estado.

O papel ambíguo da floresta amazônica no processo de mudanças climáticas:

Quando a floresta é mantida viva em pé, há um estoque de Carbono aprisionado em cada hectare de 159 t ou 583 t de CO₂. No entanto, quando a floresta é derrubada e queimada, por exemplo, tudo que foi acumulado

durante centenas de anos, cedo ou tarde volta para a atmosfera. Queimar um hectare de floresta do Amazonas pode significar a queima de mais de 270 mil litros de gasolina (Figura 8), que daria para encher tanques de mais de 6 mil carros populares. Historicamente, nos últimos 30 anos, o desmatamento médio na Amazônia foi de 1.721.700 hectares por ano.

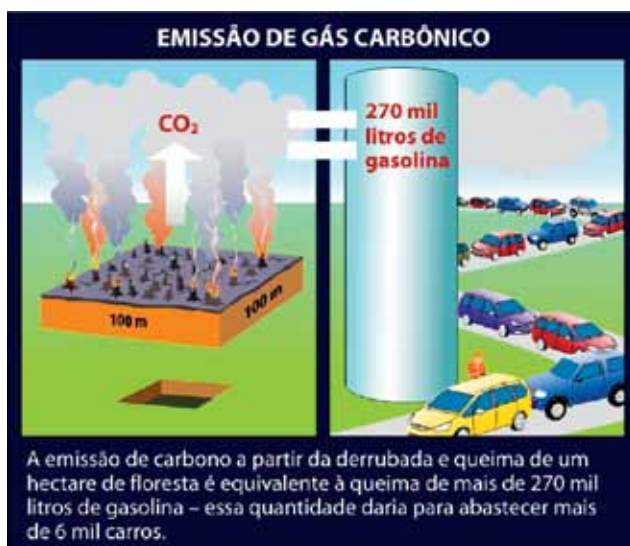


Figura 8: Significado da derrubada e queimada de um hectare de floresta amazônica em relação a queima de gasolina.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é o principal órgão público encarregado das estatísticas oficiais de desmatamento da Amazônia. A Figura 9 apresenta a dinâmica do desmatamento anual na Amazônia para o período de 1979 – 2009. Para este período, o desmatamento médio anual na Amazônia brasileira foi de $17.217 \text{ km}^2 \pm 3.397$ (IC 95%). Mesmo para um país como o Brasil que tem uma frota de veículos igual a 32,5 milhões, apenas o desmatamento na Amazônia emite muito mais do que a gasolina que é utilizada para abastecer todos os veículos durante o ano todo.



Figura 9: Dinâmica do desmatamento anual da Amazônia, em km².

Fonte: INPE (2010).

O desmatamento na Amazônia polui muito e contribui muito pouco na formação do produto interno bruto (PIB) do Brasil. Além disso, a capacidade institucional para fiscalizar o desmatamento é muito fraca. Analisando dados publicados pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais) em 2006, sobre a área desmatada autorizada na Amazônia em relação a não autorizada, Higuchi (2006) observou que no período de 1997 a 2004 a média do desmatamento autorizado foi menor do que 25% (Figura 10).

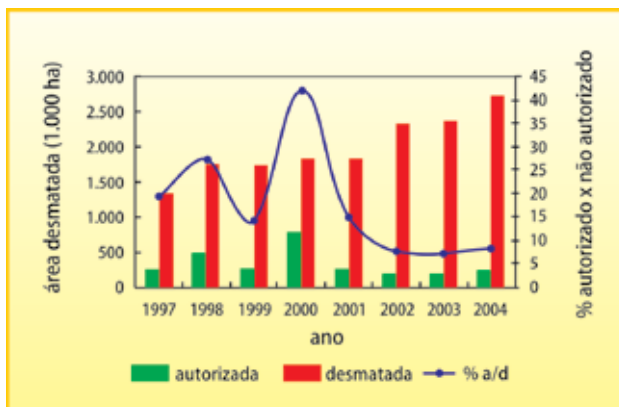


Figura 10: Relação (%) entre desmatamento autorizado e não autorizado na Amazônia brasileira.

Fonte: Higuchi (2006)

No mesmo estudo, Higuchi (2006) correlaciona o crescimento do PIB *per capita* de cada estado da Amazônia Legal com a sua área desmatada concluindo que $r = 0,37$ e $p = 0,15^4$. O nível de significância ($p = 0,15$) é muito fraco para afirmar, categoricamente, que existe correlação entre desmatamento e PIB *per capita*. Este resultado vai contra um famoso ditado que diz “árvore no chão, dinheiro na mão”. Outro clichê famoso é “projeto que conserva a natureza conserva também a pobreza”, da mesma forma, não condiz com a realidade observada nos municípios amazônicos. Ao contrário, a região pode se desenvolver integralmente e contribuir com a geração de riquezas do país, por meio da proteção e conservação de suas florestas e de seu papel na manutenção dos ecossistemas (Higuchi, 2006).

Para resumir as implicações do desmatamento da floresta podemos ressaltar: (i) trata-se de uma atividade que não agrega renda à sociedade; (ii) elimina qualquer possibilidade das futuras gerações de usufruir da biodiversidade e aproveitar as informações genéticas evolucionárias das inúmeras espécies que habitam as florestas; (iii) é responsável por mais de 60% das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) do Brasil. Dessa forma, acabar com o desmatamento é mais do que uma estratégia econômica a ser adotada pelos brasileiros, é também uma forma de reduzir a maior parte das emissões de GEEs.

No entanto, o ser humano não é o único responsável pelo desmatamento e degradação das florestas. Fenômenos naturais têm trazido grandes estragos para áreas florestais. Em 2005 ocorreu o fenômeno conhecido como “*downburst*” ou roça de ventos (Figura 11). Trata-se de uma tempestade convectiva que ocorreu no período de 16 a 18 de janeiro, com ventos com velocidades de 93 a 147 km por hora. Segundo Negron-Juarez *et al.* (2010), este fenômeno atingiu mais da

4 r = coeficiente de correlação; p = nível de significância. O “ r ” aponta a correlação que duas variáveis possuem entre si, por exemplo, quando o consumo de comida aumenta o peso de quem consome esta comida também aumenta, ou seja, possui um “ r ” bem alto. O “ p ” representa se o valor calculado de “ r ” é significativo ou não, ou seja, o valor estatístico.

metade da Amazônia brasileira (~150 milhões hectares) matando 542 ± 121 milhões de árvores (IC 95%). Resultado que é corroborado por outros trabalhos de pesquisas de alto valor científico, como Chambers *et al.* (2009), Guimarães (2007) e Ribeiro (2010).

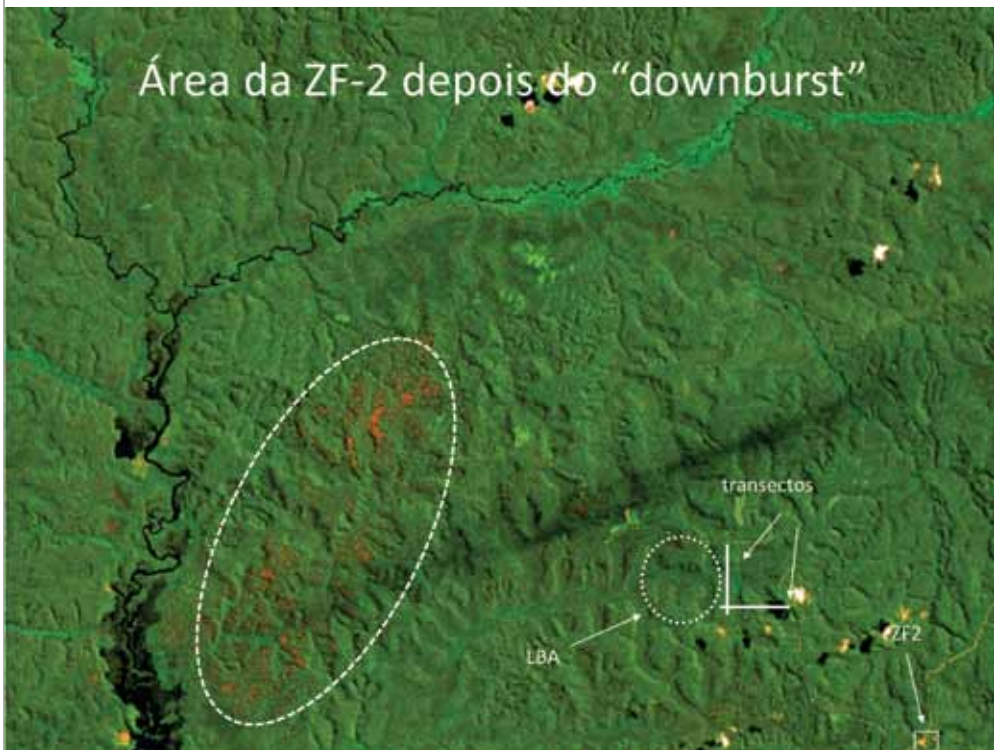


Figura 11: Área desmatada pelo fenômeno "downburst" ou "roça de ventos" na ZF-2.

Fonte: Negron-Juarez et al. (2010).

Além da chuva, coincidentemente ou não, no mesmo ano houve uma grande seca na região. Segundo Phillips *et al.* (2009), essa seca foi causada, principalmente, pela elevação da temperatura de superfície do oceano Atlântico nos trópicos. Segundo registros climáticos, no final de 2004 e início de 2005 foi observada a formação de um fraco El Niño, que pode ter ocasionado a grande seca (Figura 12).



Figura 12: Cenários da seca na Amazônia, em 2005.
Fonte: Google images®.

A floresta foi atingida nos dois tipos de fenômenos, o dos ventos e chuva e o da seca. Tanto na seca quanto na tempestade de ventos e chuva houve consequências desastrosas na floresta. De acordo com levantamentos de Phillips *et al.* (2009), a seca emitiu de 0,78 a 1,04 Pg C (1 petagrama = 1 Pg = 1×10^{15} g). Já na tempestade o número estimado por Negron-Juarez *et al.* (2010), foi de 0,076 Pg C. Segundo as estimativas do LMF/INPA esses valores são: 0,38 Pg C e 0,08 Pg C de emissão devido à tempestade e a seca, respectivamente. Trata-se de um número considerável.

Mesmo sendo fenômenos naturais, tanto a grande seca de 2005 quanto a tempestade, foram eventos climáticos associados ao “aquecimento global” e às “mudanças climáticas”, que em última instância são fenômenos causados pelas atividades humanas. Portanto, além da pressão da sociedade para transformar o solo da floresta em culturas agropastoris, esta ainda sofre pelos eventos climáticos naturais. Não é de todo mal concluir que a floresta é uma “vítima” do aumento das concentrações de GEE na atmosfera, em outras palavras “vítima” duas vezes do ser humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chambers, J.Q.; Negron-Juarez, R.I.; Hurtt, G.C.; Marra, D.M.; Higuchi, N. 2009. Lack of intermediate-scale disturbance data prevents robust extrapolation of plot-level tree mortality rates for old-growth tropical forests. *Ecology Letters*, 12: E22-E25.

Guimarães, G.P. 2007. *Distúrbios decorrentes de blowdown em uma área de floresta na Amazônia Central*. CFT-INPA. Dissertação de mestrado, 36p.

Gewandsznajder, F. 2004. *Ciências e o Planeta Terra*. Editora Ática. 248p.

Higuchi, N. 2006. O desmatamento insustentável na Amazônia. *Ciência Hoje*. v. 39, p. 67-71, Ed. Nov.

Higuchi, N.; Pereira, H.S.; Santos, J.; Lima, A.J.N.; Higuchi, F.G.; Higuchi, M.I.G., Ayres, I.G.S.S. 2009. *Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais*, Manaus. p. 104.

Husch, B.; Miller, C.I.; Beers, T.W. 1972. *Forest Mensuration*. The Ronald Press Co., 2nd. Edition, 410.

Negrón-Juárez, R.I.; Chambers, J.Q.; Guimarães, G.P.; Zeng, H.; Raupp, C. F.; Marra, D.M.; Ribeiro, G.H.P.M.; Saatchi, S.; Nelson, B.W.; Higuchi, N.. 2010. Widespread Amazon forest tree mortality from a single cross-basin squall line event. *Geophysical Research Letters*, 37: 1-5.

Phillips, O.L.; Aragão, I.E.C.; Lewis, S.L.; Lloyd, J.; Malhi, Y.; Quesada, C.A.; Amaral, I.; Almeida, S.; Baker, T.R.; Chave, J.; Feldpausch, T.R.; Gloor, E.; Higuchi, N.; Meir, P.; Nepstad, D.; Laurance, W.F.; Silva, J.N.M.; Salomão, R. et al. 2009. Drought sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science*, 323: 1344-1347.

Ribeiro, G.H.P.M. 2010. *Desenvolvimento de modelos alométricos para estimar biomassa e carbono de mudas de espécies arbóreas, em áreas atingidas por tempestades de vento em Manaus (AM)*. Dissertação de mestrado CFT-INPA,, 98p.

Referências eletrônicas

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama: www.ibama.gov.br, acesso em 2011.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE: <http://www.inpe.gov.br>, acesso em 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: [HTTP://www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acesso em 2011.



Fonte: Arquivos LMF/INPA

A madeira é um artigo de primeira necessidade para as duas principais fases dos humanos; ao nascer e ao morrer. A madeira pode ainda participar do nosso cotidiano na forma de brinquedos, móveis, estruturas, instrumentos musicais, fibras, energia etc.

A floresta e seus produtos madeireiros

Claudete Catanhede do NASCIMENTO
Estevão Vicente Cavalcante MONTEIRO DE PAULA

Introdução

A utilização de produtos de madeira pelo ser humano é tradicionalmente histórica. Nos países de zona temperada os produtos de madeiras melhoraram esteticamente e funcionalmente em consequência de estudos técnicos científicos da madeira e de seu desenvolvimento tecnológico. Nos países tropicais e em especial no Brasil esta evolução não aconteceu na magnitude dos outros países. Na Amazônia a utilização da madeira é ainda quase primitiva. O beneficiamento da madeira é mínimo e os cuidados adicionais quanto a sua durabilidade praticamente não existem; conseqüentemente, grande parte dos produtos de madeira produzidos na Amazônia são *commodities* ou não satisfazem plenamente a qualidade de uso para o que foi destinado e torna-se em pouco tempo esteticamente desagradável.

O potencial madeireiro da floresta amazônica ainda não é totalmente conhecido. As oportunidades de uso dos produtos madeireiro da floresta são inúmeras, considerando o perfil da floresta e a criatividade humana. Este capítulo descreve algumas possibilidades de aproveitamento da madeira existente na floresta com foco nos produtos com indicadores técnicos científicos mais exequíveis considerando o perfil da floresta e sem a pretensão de contemplar totalmente todas as oportunidades de uso de madeira (por exemplo, celulose; produtos químicos e outros). Assim, deseja-se apresentar ao leitor uma seqüência de exemplos de oportunidades iniciando pela floresta até pequenos objetos de madeira - POM.

O primeiro item do capítulo fala sobre a floresta. A floresta amazônica apresenta peculiaridades que demandam cuidados técnicos

científicos que abordam desde o seu manejo e exploração, até a tecnologia de madeira, com a finalidade de garantir a sua sustentabilidade. Estima-se que a floresta amazônica tem em torno de 250 espécies florestais por hectare. As árvores têm em média 490 anos e infelizmente cerca 70% delas são cortadas sem plano de manejo. Atualmente, a taxa de conversão de toras para uso final é baixíssima chegando a menos de 30%. Por outro lado, o modelo de exploração que aplica o atual plano de manejo sustentável tem se mostrado incapaz do ponto de vista da sustentabilidade e econômico devido a baixa produção florestal por hectare.

O segundo item descreve a madeira e suas propriedades. A árvore é constituída de um material lenhoso com função de permitir os fluxos de seivas com características específicas para cada espécie vegetal. Ao analisar microscopicamente uma seção transversal de madeira observa-se uma distribuição de vasos e outras células peculiares para cada espécie – o método de identificação das espécies de madeira é feita através de uma análise microscópica da seção transversal da amostra. A madeira como material higroscópico e anisotrópico possui capacidade de absorver e perder água de acordo com ambiente o que requer cuidados especiais para o seu beneficiamento, manuseio e uso. Portanto, neste item abordam-se aspectos importantes sobre as características tecnológicas da madeira. Densidade, umidade, estabilidade dimensional, resistência e rigidez da madeira serão discutidas para dar uma ideia geral da complexidade da produção de bens derivados da madeira.

A terceira parte deste capítulo cita os produtos da madeira que são apresentados em ordem crescente de valor agregado; inicia-se com peças falquedajadas (peças sólidas quadradas ou retangulares, cortadas com motosserras ou machado), em seguida peça sólida depois passa para vigas laminadas e chapas. A descrição detalhada de cada produto tornaria um capítulo muito extenso, pois a complexidade da madeira e de seu processamento para a fabricação de um determinado produto envolve muitas variáveis.

Finalmente, este capítulo não tem a pretensão de apresentar todas as alternativas de produtos de madeiras existentes na floresta Amazônia, pois o tornaria muito extenso com risco de fugir do escopo

deste capítulo e sim dá uma visão mais geral de forma a introduzir o tema no contexto amazônico.

A ÁRVORE

No capítulo 3 vimos com detalhes os aspectos relacionados à árvore. Aqui vamos nos concentrar nos aspectos relacionados ao seu uso como produto madeireiro. Nesse sentido a árvore é vista por diferentes perspectivas, porém tendo sempre o uso como foco de interesse. Conhecer a árvore e sua estrutura, respeitando suas potencialidades e limitações é uma das formas de uso sustentável da floresta. A floresta em geral é composta por vários tipos de espécies com suas árvores variando na forma do fuste (tronco), diâmetros e alturas (Figura 1). As árvores podem ser classificadas em dois grupos coníferas (*Gymnospermae*) e folhosas (*Angiospermae*).

As estruturas da madeira das folhosas são mais complexas do que as das coníferas, apresentam quatro tipos de células (vaso, fibra, parênquima e raio), enquanto, as coníferas são compostas em torno de 90% de traqueídeos longitudinais. A grande diferença entre estes grupos é a presença de vasos nas folhosas, que possuem a função de conduzir água e sais minerais das raízes por meio do tronco até as folhas.

O fuste das árvores é composto de *casca*, madeira do *alburno* e do *cerne*.

A *casca* é a proteção externa da árvore que protege o vegetal contra o ressecamento e ataque de insetos. Sua espessura pode variar, dependendo da espécie. É de grande importância na identificação de árvores vivas. Geralmente, é explorada comercialmente para fabricação da cortiça, tanino, produtos farmacêuticos, perfumaria, dependendo da espécie.

O *alburno* (Figura 2a) é a zona mais clara que transporta a seiva bruta (seiva bruta é uma solução aquosa de sais minerais que nas plantas vasculares, é transportada pelo xilema da raiz para as outras partes da



Figura 1: Tipos de fustes e espécies
Fonte: LEAM/INPA

planta) das raízes para as folhas é menos resistente, possui espessura variável de acordo com a espécie.

O **cerne** (Figura 2b) é constituído pelas partes mais velha do alburno, cujas células morrem e são impregnadas por **vários minerais**, que aumentam sua resistência. Determinadas espécies não possuem a madeira do cerne e do alburno diferenciados visivelmente. No segmento

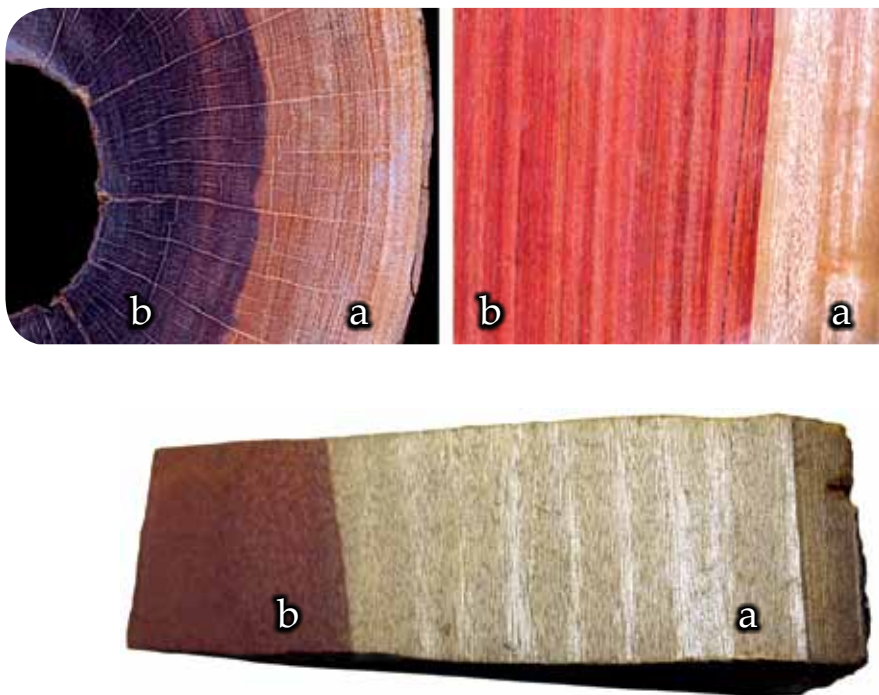


Figura 2: Amostra com (a) alburno (b) cerne
Fonte: LEAM/INPA

da indústria da madeira, principalmente nas serrarias, no setor desdobro, o alburno quando identificado é descartado por ser menos resistente.

Algumas dessas árvores estão sujeitas a degradação por insetos e fungos. Isto ocorre por serem constituídas por substâncias nutritivas, como açúcares, resinas, gomas e amido que compõem a base alimentar



Figura 3: Toras com ocoidade
Fonte: LEAM/INPA



Figura 4: Árvores vivas com ocoidade
Fonte: LEAM/INPA

de determinados organismos que degradam a madeira, proporcionando ocoidade em grande extensão no interior das árvores vivas e nas toras na floresta (Figura 3).

A característica de “ocoidade” inviabiliza o desdobramento destas árvores para comercialização, em razão do baixo rendimento que elas proporcionam, constituindo um dos sérios problemas para quem vive deste segmento da indústria da madeira. Algumas árvores vivas apresentam seu interior à presença de algumas espécies de fungos e de insetos (Figura 4).

A MADEIRA

Inicialmente é preciso lembrar-se do óbvio: a madeira é um produto da natureza. As condições edáfo-climáticas (condições do solo e clima) do local do crescimento da árvore tem forte influência sobre qualidade da madeira. Como tal, as características físicas e mecânicas deste produto têm uma variabilidade muito grande quando comparado com os produtos desenvolvidos em fábrica (aço, plástico, cimento, resinas e outros).

A fenologia do crescimento da árvore é bem conhecida. A árvore cresce em camadas sob a ação da fotossíntese que consiste em um processo que combina gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) submetida à energia solar para produzir substâncias orgânicas. Portanto, para o desenvolvimento deste processo, durante toda a vida da árvore, grandes quantidades de água são utilizadas. Evidentemente, a madeira deve ter espaços vazios para possibilitar a fluidez da água; portanto, conclui-se que a madeira é um material poroso e higroscópico. Ou seja, a árvore em pé, árvore naturalmente caída ou madeira têm sempre uma quantidade de água que é diagnosticada como teor de umidade.

No interior da madeira existem a água livre e a água de impregnação (água que está quimicamente ligada às unidades básicas de celuloses). Neste caso, a primeira abordagem que se faz sobre o uso de uma determinada peça de madeira é seu teor de umidade; em geral pergunta-se: a madeira está verde ou seca? Todo e qualquer pedaço de madeira, seja em tora ou em tabuas tem sempre uma determinada umidade. Quando a madeira é exposta ao tempo sobre condições não controladas tem a tendência de perder ou ganhar umidade dependendo das condições em que está submetida. Ao longo do tempo, esta peça de madeira deverá encontrar uma umidade que se equilibra com as condições ambientais médias a que está sendo submetida; por exemplo: em Brasília a umidade de equilíbrio da madeira é 12% e em Manaus é de 18% devidos às condições médias de temperatura e umidade das respectivas cidades.

A madeira poderá inchar ou retrair causando danos consideráveis em um artefato de madeira ao perder ou ganhar umidade. Podem ocorrer nos artefatos de madeira trincas, fendas e até despregamento e delaminações. Evidentemente, existem madeiras que sofrem maior retração ou inchamento do que outras. Recomenda-se procurar informação a respeito da retração em literatura sobre a peça de madeira a ser trabalhada para verificar a possibilidade de seu uso para determinados fins; por exemplo: não seria aconselhável utilizar madeira que sofre retrações muito altas para esquadrias e móveis. Finalmente, pode-se dizer que a umidade alta (madeira verde) é o inimigo número um da madeira, pois ela torna-se menos resistente e mais susceptível aos ataques de insetos e fungos.

Em geral, a qualidade da madeira é avaliada pelo seu peso. Cientificamente o peso é representado pela densidade que é a massa (medido em geral por balanças) dividida pelo volume dessa massa. Portanto, é possível comparar as espécies em função da densidade; ou seja, para o mesmo volume pode-se verificar quem é o mais pesado ou leve. Geralmente as madeiras de cor clara são leves e menos resistentes em comparação às madeiras de cor escura.

A densidade da madeira é outro aspecto importante para o seu uso; sejam para energia, para fabricação de papel, artefatos e estruturas. Se densidade é massa dividida pelo volume e esta massa em geral é determinada através de balanças, o valor da densidade depende da quantidade de água contida na madeira. Em geral, pode-se dizer que quanto mais densas maiores são as características mecânicas da madeira. Por outro lado, pode haver nas madeiras muito densas, outros problemas nas características tecnológicas tais como desdobro da tora (cortes da madeira), colagem (ligações entre peças), acabamento e etc.

A resistência e a capacidade da madeira em absorver energia (módulo de elasticidade) são outros parâmetros importantes. Tais parâmetros podem ser avaliados em função da densidade da madeira e da umidade; a regra geral é: quanto maior a densidade e menor umidade melhor a resistência da madeira. Vale lembrar, no entanto, que como

toda regra geral, existem exceções. Portanto, no rigor científico seriam necessárias outras informações para avaliar a resistência da madeira. Por exemplo, comprimento e disposição das fibras e teores de extrativos que são substâncias coloridas responsáveis por algumas características das plantas, como: cor, cheiro, gosto e resistência natural.

A perfeita compreensão sobre os parâmetros citados exigiria um aprofundamento de cada item que fugiria ao escopo deste texto. Evidentemente, se os artefatos de madeira a serem desenvolvidos possam colocar em risco o ser humano é preciso que este produto seja feito por técnicos qualificados que entendam a relevância e o comportamento da madeira quando submetido às diversas situações.

Uso da madeira

A madeira pela facilidade de obtenção e manuseio tornou-se um dos produtos mais utilizados pelo ser humano. Ao longo da história da humanidade, o uso da madeira aparece com frequência, seja para o aquecimento ou proteção do ser humano. Existem possibilidades de fazer uma quantidade significativa de produto de madeira a partir das árvores; tais produtos dependem das dimensões e formatos da árvore e das propriedades tecnológicas da madeira. A qualidade e uso da madeira dependem da densidade tecnológica aplicada na sua fabricação; seja para fins energéticos, seja para construção e fabricação de artefatos.

Madeira para fins energéticos

Na floresta, as fontes potenciais de utilização de madeira para fins energéticos são: toras, resíduos de serraria ou resíduos de exploração florestal madeireira e não madeireira. As toras e resíduos de serraria podem ser utilizados também para fibras e chapas de partículas. Os resíduos de exploração florestal podem ser mais bem utilizados para energia por possuírem em geral cascas e outros resíduos sólidos, como ouriço da castanha.

A queima da madeira é a forma mais simples para transformá-la em energia. A madeira, submetida à queima obedece ao seguinte processo: 1) Evapora a água existente da madeira no início da queima; 2) Entre 100 a 600 graus Celsius os componentes combustíveis e não combustíveis da madeira se volatilizam (75% a 85% da madeira podem ser volatilizados); 3) O carbono é oxidado. A preparação e uso de madeira como fonte secundária de energia (carvão, etanol e outros) também é simples.

A soma da energia liberada na forma de calor e a energia gasta para vaporização da água é conhecida como o poder calorífico superior (PCS). No caso da madeira este poder calorífico varia de 4700 a 5000kcal/Kg e varia de acordo com a quantidade de água que contem a madeira; portanto, quanto mais seca for a madeira, maior energia gerada.

Tabela 1: Densidade energética dos resíduos do fruto da castanheira-do-brasil e de espécies de comparação

Espécie	Densidade básica (kg/m ³)	PCS (kcal/kg)	Densidade energética Kcal/m ³	Percentual de eficiência (%)
Eucalipto grandis	391	4790	1872890	93,30
Eucalipto saligna	476	4889	2327164	55,56
A. auriculiformis	600,5	5283	3172441,5	14,11
Acacia mangiun	596,1	4812	2868433,2	26,21
Casca de Cupuaçu	467,3	4319	2404725,8	50,55
Gmelina arbórea	420,2	4363	1833332,6	97,47
Fruto da castanheira	838,4	4318	3620211,2	0,00

Fonte: Moura, P. R. G. Fruto da castanha do Brasil: Potencial de uso como fonte de matéria-prima para a rede energética do estado do Amazonas, 2006, 88p.

Briquetagem da madeira para produção de energia

O avanço tecnológico permitiu o desenvolvimento de produtos de madeiras como fontes de energia que pudessem oferecer maior poder calorífico. Entre estes, os paletes e os briquetes são os mais conhecidos.

São produtos lignocelulosicos sólidos, que são utilizados como biomassa para geração de energia. Compostos por resíduos de madeira em forma de bloco cilíndrico compacto, de alta densidade com elevada eficiência calorífica.

Madeira para construção

Existem diversos tipos de madeira de construção. Elas podem ser madeiras maciças ou madeiras industrializadas. As madeiras maciças são as madeiras brutas ou roliças, madeiras falquejadas e madeiras serradas. As madeiras industrializadas podem ser: Madeiras laminadas (madeiras reconstituídas) e chapas de madeira (madeiras aglomeradas).

Madeira bruta ou roliça

Toras com pouca variabilidade de diâmetro podem ser utilizadas na construção. Um exemplo clássico deste tipo de material são as escoras de madeiras utilizadas para concretagem de lajes ou outro tipo de escoamento como proteção de taludes. Outro tipo de uso de toras não muito convencional na Amazônia são as pontes de madeira roliça aparentemente simples, isto exige um conhecimento de engenharia para o seu dimensionamento.

Madeira Falquejada

A madeira falquejada que se constitui em peças sólidas cortadas com motosserra ou machado, tem seções quadradas ou retangulares. Esse tipo de madeira é mais utilizado em postes de madeira, cortinas cravadas e estacas. O falquejamento tem como característica o corte em uma tora para se obter uma peça inteira com arestas vivas e quatro costaneiras. Um exemplo claro no uso de madeira falquejada são as antigas pontes de madeira construídas pelo Departamento de Estradas e Rodagem nas décadas de 60 e 70.

Madeira serrada

As toras de madeiras são desdobradas nas serrarias com dimensões padronizadas. Na construção civil existem diversos tipos de madeiras serradas que são definidas de acordo com as suas seções. As seções comerciais de madeiras serradas são descritas no Quadro 1.

Cada estado possui peculiaridades na produção da dimensão de peças para o mercado. No Quadro 2 apresentamos as dimensões de peças mais produzidas no estado do Amazonas.

Quadro 1 : Dimensões padronizadas de madeira serrada

Nome das peças	Dimensões (seção transversal/cm)	Nome das peças	Dimensões (seção transversal/cm)
Pranchão	15,0 x 23,0	Caibros	5 x 7,0
Pranchão	10,0 x 20,0	Caibros	5,0 x 6,0
Pranchão	7,5 x 23,0	Sarrafos	3,8 x 7,5
Vigas	15,0 x 15,0	Sarrafos	2,2 x 7,5
Vigas	7,5 x 15,0	Tábuas	2,5 x 23,0
Vigas	5,0 x 20,0	Tábuas	2,5 x 15
Vigas	5,0 x 15,0	Tábuas	2,5 x 11,5
Caibro	7,5 x 7,5	Ripas	1,2 x 5,0
Caibros	7,5 x 5		

fonte: ABNT - NBR 7203

■ **Quadro 2** : Peças e respectivas dimensões mais produzidas no estado do Amazonas

Produto	Largura (cm)	Espessura (cm)	Comprimento (cm)
Ripa	5,08	1,27	250 e 300
Ripeta	5,08	2,54	300; 400 e 500
Ripão	7,62	2,54	300; 400 e 500
Quadrado	5,08	5,08	300; 400 e 500
Pernamanca	7,62	5,08	300; 400 e 500
Tábua de Parede	15,24 e 20,32	1,27	250 e 300
Tábua de assoalho	20,32	2,54	300; 400 e 500
Flechal	10,16 e 12,7	5,08	400; 500 e 600

Madeira industrializada

Madeira Laminada Colada

Peças de madeiras têm dimensões limitadas em função da geometria das toras. Neste caso, para ser obtidas peças de madeiras de maiores dimensões e mais resistentes foram desenvolvidas vigas laminadas. As madeiras laminadas são peças de madeiras coladas ou pregadas entre si de tal forma que ela possa ter vigas ou painéis de dimensões maiores do que as convencionais: Este tipo de vigas de madeira tem como vantagem ser construída com peças classificadas de acordo com as exigências estruturais nas quais está sendo solicitada; além disso, é possível construir vigas curvadas ou com seções variáveis. A sua grande desvantagem é o seu processo de fabricação que tem que ser cuidadoso com a usinagem das peças individuais, seu processo de secagem e a aplicação das técnicas de colagem ou pregagem.

Atualmente, além de vigas para fins estruturais é possível fazer peças coladas para esquadrias com o aproveitamento de pedaços de madeiras da serraria. Sem exigências estruturais, mas com cuidado

relativo à estabilidade dimensional da peça, é preciso que a madeira esteja, durante o processo de colagem, com a umidade próxima a umidade de equilíbrio de uso.

As ligações entre as peças são feitas com cola ou prego. Atualmente, usa-se cola que pode ser aplicada a frio e a quente. Estão sendo utilizadas resinas comerciais que tem demonstrado extrema eficiência para fins estruturais. No Brasil, esta técnica não é muito disseminada, mas na Europa existem inúmeras construções construídas com vigas laminadas (Figura 5).

Laminated veneer Lumber – LVL

O LVL é uma peça de madeira formada de laminas muito fina colada entre si. As laminas tem espessuras próximas as de compensado coladas na mesma direção. Podem-se construir vigas com uma qualidade muito melhor do que viga de peças solidas. Peças sólidas de madeira podem deformar torcer, curvar ou encolher muito mais do que LVL. Este é um tipo de produto utilizado da mesma forma que são usadas as peças sólidas de madeira; seja para telhados, vigas, pilares e vigas em I (Figura 6).



Figura 5: Exemplo de construções com vigas laminadas
Fonte: www.micropolis.net/besancon



Figura 6: Viga LVL
Fonte: LEAM/INPA

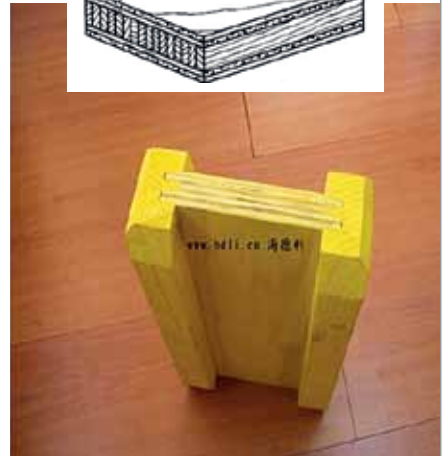
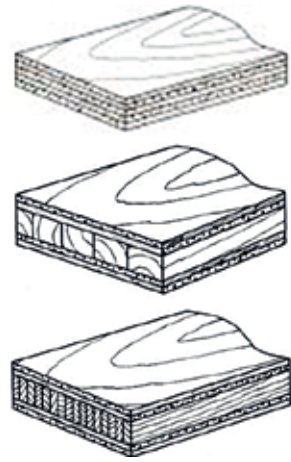


Figura 7: Chapa de compensados
Fonte: LEAM/INPA

Chapas compensadas de madeira

O compensado laminado de madeira foi amplamente desenvolvido na segunda guerra quando foi necessário construir barcos que não atraísse minas magnéticas. O compensado laminado é constituído de lamina de madeiras coladas; cada lamina tem direções das fibras ortogonais entre si; portanto, a chapa de compensada tem uma boa estabilidade dimensional. Compensado é também produzido com madeira no seu centre; ou seja, o *compensado sarrafeado* é pela junção de vários sarrafeos de madeira alinhado lado a lado e o exterior revestido por lamina de madeira (Figura 7).

Chapas de partículas de madeira

As chapas de partículas conhecidas como chapa aglomerada de madeira, é o resultado do processo de produção de pequenas partículas de madeira prensadas e coladas simultaneamente. Podem-se obter diferentes tipos de chapas de acordo com as dimensões e geometria das partículas, quantidade de adesivo utilizado e a densidade na qual o painel é prensado. Atualmente, além da chapa aglomerada de madeira são fabricadas chapas de fibras de madeira; As mais utilizadas são:

MDF (Medium Density Fiberboard): Conhecido no mercado MDF é tecnicamente chamado de placas de fibras de madeira de média densidade. É um painel fabricado com a mistura de fibras de madeira ou outras fibras naturais com resinas sintéticas e submetidas à pressão. O peso específico da chapa varia de 496 kg/m³ (densidade = 0,50) a 880 kg/m³ (densidade = 0,88). Em geral a MDF é usado para portas e interiores de móveis de cozinhas, closet, moveis residenciais, móveis de escritório e decoração de ambientes (Figura 8).



Figura 8: Placas de fibras de madeira de média densidade

Fonte: LEAM/INPA

MDP (Medium Density Panel): MDP conhecido como Painel de Partículas de Média Densidade é uma chapa fabricada com partículas de madeira em camadas, ficando as mais finas nas superfícies e as mais grossas no miolo. O processo de fabricação do MDP é idêntico ao do MDF. Em geral, o MDP é utilizado na produção de móveis residenciais e comerciais de linhas retas.

OSB (Oriented Strand Board) – É um painel de madeira fabricado com aparas de madeira com forma e espessura determinadas, colocados em feixes orientados com multicamadas e unidas com adesivo. Os feixes são unidos com resinas aplicadas sob altas temperaturas e pressão sob um intensivo controle de qualidade. É um painel que permite certas aplicações estruturais e são utilizadas para construção de paredes e tetos, pisos de madeira, ladrilhos, tapumes e barracões de obras, carrocerias, embalagens, estrutura de móveis, decoração e design (Figura 9).



Figura 9: Produtos confeccionados a partir do OSB
Fonte: LEAM/INPA

Artefatos de madeira

Existem inúmeras possibilidades de produzir bens de madeira com valor agregado. No parágrafo anterior cita-se peças de madeira sólidas de madeira como elementos de construção civil e peças de madeira reconstituída e peça composta. Neste, procura-se introduzir três itens - móveis, instrumentos musicais e artefatos de madeira – com os requisitos básicos para o sucesso dos produtos e seus derivados.

Móveis: Segurança, rigidez, leveza e estética

Certamente nos primórdios da civilização humana já se usava madeira como móveis. Na procura de conforto o ser humano moldava rusticamente troncos de árvores para fazer cadeiras, mesas, camas e outros artefatos. Historiadores relatam que os móveis começaram a ser desenvolvidos quando o homem deixou de ser nômade¹. Os primeiros registros de móveis de madeira datam de, aproximadamente, 2700 a.c., da época do Egito Antigo².

Ao longo do tempo, os móveis foram sendo desenvolvidos conforme a necessidade do ser humano e sendo aprimorado com a evolução do desenvolvimento tecnológico. Na história do mobiliário os melhoramentos ocorreram, principalmente, nas ligações entre peças (madeira, pregos, parafusos, adesivos etc.), na trabalhabilidade das peças de madeiras - destacando-se neste caso técnicas de curvamento, e acabamento.

Na época da revolução industrial o exemplo de criatividade e desenvolvimento de produção em escala, é a cadeira Thonet nº 14. Produzida em série, aplicava-se uma nova tecnologia que era o curvamento da madeira com vapor³ (Figura 10).

1 História do mobiliário

2 Mobiliário

3 Emoção e a Regra – De masi

Os produtos desenvolvidos por Thonet destacavam-se pela tecnologia de curvamento aplicada à madeira e a sensibilidade estética. Na época um dos mais entusiasmados das cadeiras de Thonet era o famoso arquiteto Le Corbusier que disse: “Pela elegância da concepção, pureza da execução e eficácia da utilização, nada melhor foi feito até hoje”⁴.

Atribui-se a Thonet o mérito de ter descoberto a maneira de curvar a madeira; no entanto, os barcos construídos na Amazônia utilizam à técnica de curvar madeira há muito tempo. Até hoje, o caboclo da Amazônia marceneiro naval curva madeira aplicando óleo quente ao mesmo tempo em que dá pressão na madeira até conseguir alcançar o formato desejado. Quando a madeira é aquecida, a lignina amolece possibilitando o ato de curvar a madeira. Ao esfriar a mesma lignina volta a sua função de conferir rigidez aos tecidos vegetais no novo formato da madeira.

Na trilha de revolução industrial até os dias de hoje o desenvolvimento tecnológico da madeira e derivados de madeira evoluíram para prover a sociedade de produtos esteticamente agradáveis, com qualidade e custo acessível. Além de peças sólidas começaram a ser utilizadas as chapas de madeira para produção de móveis – em paralelo, surgiram novos adesivos, produtos de acabamento e acessórios. O design passou a ter importância significativa no processo com a associação da estética à matéria prima.

Apesar de na Amazônia não se produzir chapas, os marceneiros dos grandes centros urbanos estão fabricando móveis de chapas de fibra, importando matéria prima dos outros estados. Ironicamente, a cidade de Manaus tem uma grande pauta de importação de madeira de alto valor agregado. A mudança desta realidade está associada ao desenvolvimento



Figura 10: Cadeira Thonet
Fonte: <http://tipografos.net/designers/thonet.html>

tecnológico que pode ser aplicado as madeiras da Amazônia, em um bom design.

A floresta amazônica oferece inúmeras possibilidades de fabricação de móveis. Recentemente, um estudo desenvolvido pelo laboratório de engenharia de artefatos de madeira do INPA mostrou a possibilidade de fazer mais de 20 produtos de uma pequena tora de madeira de espécie *Mezilaurus itauba* com 55cm de diâmetro e 3,5m de comprimento. Neste grupo de produtos está inserida uma mesa e uma cadeira. Ao preço do mercado atual, a madeira utilizada neste estudo teve uma agregação de valor em cerca de 1000%.

Alguns aspectos foram pensados nos estudos do laboratório como a questão do design, as exigências de uso e as questões relacionadas à logística. Na questão do design e nas exigências de uso cabe uma pergunta: o que o usuário de móveis gostaria de ter? Os desejos se assemelham em qualquer lugar. Todos gostariam de ter um móvel (cadeira, cama, mesa, armário etc.) que lhes desse segurança, uma vez que é desagradável ter a sensação de que a cadeira, cama, mesa ou armário possa quebrar quando se está usando. Ao mesmo tempo, estes móveis devem ser de fácil manuseio evitando assim o desconforto de não poder deslocar a cadeira, ou cama para sentirem-se mais a vontade e finalmente confortáveis. Aqui deve ser aplicado um estudo ergométrico adequado ao usuário da região e considerado uso de acessórios para melhoria de conforto. E finalmente, a questão logística que deve considerar as grandes distâncias que envolvem a Amazônia; daí surgiu à ideia de produzir móveis pré-montados constituídos de pequenas peças que poderiam ser montadas pelo usuário em qualquer lugar. Neste contexto, pode-se dizer que o móvel moderno deve atender aos seguintes itens: segurança, rigidez, leveza e estética.

Seguro para resistir à carga que é solicitada; rígido para não oferecer a sensação de que vai quebrar (exemplo: algumas cadeiras de plásticos utilizados em bares que balançam e oferece uma total sensação de insegurança); leveza para possibilitar o fácil manuseio do produto

e finalmente a estética que provoca a vontade de adquirir o produto. Nem sempre estes requisitos podem ser satisfeito somente com madeira. Portanto, a mistura de móveis de madeira com outro produto é recomendável.

Infelizmente, as serrarias do estado do Amazonas ao processar a tora ainda obtêm baixo rendimento devido vários motivos:

- a. características tecnológicas das espécies processadas pelas serrarias;
- b. à desuniformidade do fuste (tronco da árvore);
- c. nível de ocosidade do tronco;
- d. mão de obra não qualificada;
- e. equipamentos obsoletos e
- f. altas exigências do mercado externo.

Em geral, os resíduos variam em torno de 55 a 75% em relação ao fuste da árvore, na maioria em condições de ser reaproveitados como subprodutos, tanto para geração de energia, artefatos e para produção de fungos comestíveis. Como exemplo desta afirmativa, a proposta desenvolvida a partir dos resíduos de uma tora da espécie *Manilkara huberi* (Ducke) A Chev. com 3 metros de comprimento e 43,2cm de diâmetro, processada para atender o mercado local, gerou 56,85% de resíduos. Através da avaliação das características desta espécie e do uso adequado de metodologias para agregação de valor foi possível confeccionar uma mesa (modular), uma cadeira, onze porta retratos, duas bandejas de café da manhã (modulares) e quatro porta lápis. Outros produtos podem ser confeccionados a partir dos resíduos oriundos do processamento mecânico.

Instrumentos musicais: de sete notas à sinfonia

A criatividade humana é revelada na sua capacidade em produzir uma bela sinfonia a partir de sete notas musicais básicas – as possibilidades são infinitas. É com entusiasmo e admiração pela genialidade humana que se ouve uma sinfonia de Beethoven, mas poucos imaginam que aquela nota musical provocada pela mão ou fricção do arco nas cordas



Figura 11: Produto confeccionado com resíduos:
Caixa jogo de dama
Fonte: LEAM/INPA



Figura 12: Produto confeccionado com resíduos: Porta cartão
Fonte: LEAM/INPA



Figura 13: a; b: Produto confeccionado com resíduos: Porta vinho
Fonte: LEAM/INPA

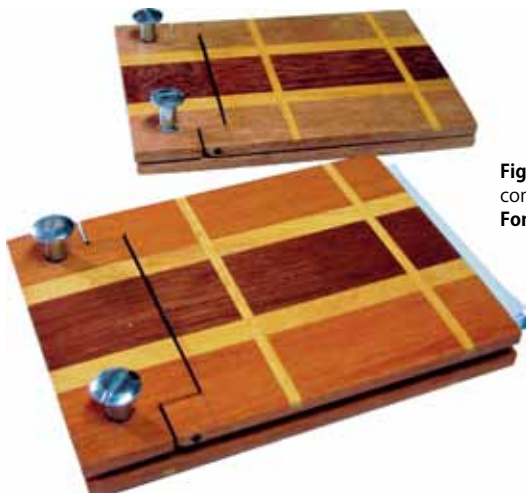


Figura 14: Produto confeccionado com resíduos: Agenda

Fonte: LEAM/INPA



Figura 15: Produto confeccionados com resíduo: Porta lápis e papel

Fonte: LEAM/INPA

de instrumento musical propaga-se pelos vasos, fibras e pontuações de um material lenhoso e passam pela estrutura da caixa de madeira gerando uma ressonância sem igual. Cada instrumento musical tem seu timbre característico.

O êxtase provocado pela quinta Sinfonia de Beethoven com sua particular homogeneidade orquestral e alternância dos movimentos é resultado de combinações perfeitas de notas musicais emanadas em grande parte por instrumentos de corda, de percussão, de sopro e piano de madeira.

As oportunidades de produzir instrumentos musicais com madeiras da Amazônia existem e já são produzidas em alguns lugares; mas, considerando a diversidade de espécies madeireiras na região é possível que existam espécies não estudadas que podem dar uma brilhante contribuição para um dos maiores deleites do ser humano – a música.

A pesquisa e construção de instrumentos musicais de madeira que ofereçam conforto ao usuário e produza um som de qualidade não é fácil. É preciso conhecer a madeira, aplicar tecnologias adequadas ao objeto de estudo e descobrir em alguns casos (por exemplo: instrumento de corda) a combinação perfeita entre espécie para que produzam o som desejado.

A construção de um instrumento musical de madeira envolve desde o desdobra, secagem, montagem das peças e acabamento. É um trabalho praticamente artesanal que exige atenção especial em cada fase. Preocupações sobre a densidade e estabilidade dimensional das madeiras são latentes neste tipo de produto, mas um dos itens mais importantes é o acabamento.

A complexidade da construção de um instrumento musical de madeira pode ser exemplificada pelo grande mistério que envolve um dos instrumentos considerado de excepcional sonoridade - os violinos Stradivarius (atualmente, o preço desses instrumentos vai de US\$ 1 milhão a US\$ 3,5 milhões). O assunto é conhecido no meio acadêmico e científico como “O segredo do Stradivarius”: o que faz este instrumento ter tão boa sonoridade? Alguns pesquisadores argumentam que é a qualidade da madeira, a combinação de espécies de tampo superior e inferior, questões tecnológicas tipo de secagem e as dimensões corretas e precisas do violino. Outros pesquisadores chegaram a conclusão de que a densidade é a causa da qualidade do violino Stradivarius comparados com outros – a densidade da madeira utilizada na época da construção do violino é diferenciada das de hoje embora sendo a mesma espécie.



Figura 16: Violino Antonio Stradivarius de 1703 -
Musikinstrumentenmuseum, Berlim.

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Stradivarius_violin_front.jpg

Recentemente, um professor da Universidade do Texas conclui na sua pesquisa que uma das causas da boa sonoridade do violino foi o produto químico usado para impermeabilizar a madeira. Finalmente, a causa mais famosa, mas carente de melhores conclusões é o acabamento aplicado no violino (Figura 16).

Atualmente, estudos com madeiras da Amazônia estão bem direcionados para violão quebrando o paradigma que somente as madeiras importadas possuem qualidade para ser utilizadas na construção de instrumentos musicais. As espécies utilizadas nos instrumentos comercializados são: gombeira (*Swartzia leptopetala*), cedro (*Cedrela odorata*), mogno (*Swietenia macrophylla*), marupa (*Simaruba amara*), pau rainha (*Brosimum rubescens*), mandioqueira e coração de negro (*Swartzia laxiflorat*).

O laboratório de engenharia de artefatos de madeira (LEAM) desenvolve por mais de 5 anos estudos com madeiras da Amazônia para instrumentos musicais (Figura 17). O violão e *ukulele* (um instrumento musical de cordas beliscadas, semelhantes a um violão em tamanho menor, com quatro cordas) já se encontrou uma boa combinação de espécie para produzir um som de qualidade com o conforto necessário do usuário. Porém, é necessário aprofundar os estudos para a produção de outros tipos de instrumentos. Neste sentido, o LEAM já iniciou seus estudos com arco de violino juntamente com a empresa PURO Amazonas.



Figura 17: Instrumentos confeccionados com madeiras da Amazônia, violão elétrico
Fonte: LEAM/INPA/PUROAMAZONAS

Pequenos objetos de madeira (POM): objetos de estética e identidade

A origem de objetos de madeira é muito imprecisa, mas certamente as constatações de oportunidades para obter benefícios econômicos com este tipo de produto apareceram a partir da revolução industrial e expandiu-se consideravelmente com a globalização. Os POM's podem ter um uso específico, ser decorativos ou de uso pessoal (Figura 18).

O grande desafio do POM é que ele deve ser um objeto atraente. O usuário deve olhar o produto e sentir o desejo em adquiri-lo. Uma obra de arte que pode ser para um determinado uso ou meramente decorativo, mas deve apresentar originalidade, qualidade e estética. Este é um tipo de produto que deve levar o ser humano a perceber que é de madeira e tem atributos interessantes.

No mesmo ritmo da capacidade do ser humano em produzir música, constata-se a genialidade humana na produção da arte. Portanto, a capacidade de produção de POM's é imensa. Não se pode



Figura 18: Folhas Decorativas
Fonte: LEAM/INPA

deixar de destacar os trabalhos de Aleijadinho que apesar de utilizar, principalmente, pedra-sabão também utilizou madeira. No entanto, é necessário ter conhecimentos tecnológicos e de desenvolvimento de projetos para que os produtos tenham qualidade e potencial de negociação.

As características físicas, mecânicas e tecnológicas da madeira são fundamentais para definir seu uso para produção de um determinado objeto. Por exemplo: não se pode fazer tábuas de bater carne ou fabricar brinquedos com uma espécie de madeira que tenha elementos nocivos à saúde humana. As madeiras utilizadas para joias devem ter uma boa estabilidade dimensional, receber bom acabamento e não mudar a coloração ao longo do tempo.

A madeira mesmo tendo sido substituída em parte por outros materiais, seu consumo continua crescendo ano após ano em todo o mundo. Esse fato tem colocado uma pressão de exploração sobre as florestas. Na região amazônica essa pressão é enorme, principalmente em áreas mais populosas. Um agravante para esse problema é o aproveitamento inadequado da madeira retirada na exploração florestal e o baixo rendimento obtido no processamento dessas madeiras.

A quantidade de resíduos de qualidade gerados pelas serrarias tem motivado pesquisas para que esta matéria-prima seja utilizada por empresas e artesãos na produção de novos produtos comerciais, valorizando as madeiras da Amazônia e a geração de renda.

No LEAM estão sendo produzidos pequenos objetos de madeira como base de estudos de especialização e mestrado com o objetivo de avaliar a capacidade da madeira em fabricar os mais diferenciados produtos; o conhecimento técnico científico sobre madeira e seu manuseio é fundamental para garantir a funcionalidade do objeto. As técnicas de marfeteria empregadas para reaproveitamento dos resíduos e suas adaptações com madeira amazônicas têm sido utilizadas na confecção de vários artefatos com sucesso.

A criatividade é universal e se expressa independentemente do nível social e educacional. Ela está latente no ser humano em diferentes graus, alguns com maior potencial para uma determinada área e outros para áreas diferentes. É possível despertar melhor este dom natural com a capacitação.

As experiências do laboratório de engenharia de artefatos de madeira do INPA têm constatado a criatividade de comunidades do interior do Amazonas e potencializado a habilidade dos interessados, capacitando-os no desenvolvimento de projetos de marchetaria e na confecção de produtos. A busca por capacitação nessa área ocupacional tem gradativamente aumentado nos grupos indígenas, populações tradicionais e grupos urbanos. Essa busca tem sido atendida pelo INPA como forma de socialização e divulgação da pesquisa científica além de ser uma responsabilidade social distinta (Figura 19).



Figura 19: Comunidades capacitadas
Fonte: LEAM/INPA

BIBLIOGRAFIA

Aprem. 2010. *Caracterização dos resíduos madeireiros e desenvolvimento de tecnologia para seu aproveitamento*. Relatório Técnico, 140p.

Castro, P. R.; Nascimento, C.C.D.O. 1994. Moveis funcionais e decorativos com resíduos de madeira da Amazônia. In: *XIII Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/INPA*. Manaus-AM.

Dias, R. S.; Nascimento, C. C. 2003. Classificação de resíduos para geração de jóias. In: *XII Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/INPA*. Manaus-AM, p 320-321.

Higuchi, N.; Pereira, H. S.; Santos, J.; Lima, A. J. N.; Higuchi, F. G.; Higuchi, M. I. G.; Ayres, I.G.S.S. 2009. *Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais*. Ed. Dos autores, Manaus, 104p.

Moura, P. R. G. 2006. *Fruto da castanha do Brasil: Potencialidade de uso como fonte de matéria-prima para a rede energética do Estado do Amazonas*. Monografia de conclusão Pós graduação Latu Sensu - Agente de inovação e difusão tecnológica ENTEC/CESF, Manaus, AM. 88p.

Nascimento, C. C.; Rocha, J. A.; Higuchi, M. I. G.; Lima, A. J. N.; Paula, E.V.C.; Higuchi, N.; Dantas, G. S.; Silva, M. S.; Araújo, R. D.; Brasil, M. M. 2011. *O uso de madeiras de arvores caídas em comunidades extrativistas: Estratégia econômica e de sustentabilidade ambiental*. Inpa, Manaus, 48p.

Nascimento, C. C.; Vianez, B. F. 2011. Aproveitamento de resíduos madeireiros provenientes do processo de classificação na comercialização da espécie *Necatndra rubra* (Mez) C. K. Allen louro gamela. In: *Bioconversão de resíduos lignocelulolíticos da Amazônia para o Cultivo de Cogumelos Comestíveis, Manaus, pp. 34-38p.*



Foto: Thereza Menezes

Os povos tradicionais humanizam e politizam a natureza, tanto pela participação ativa na proteção das florestas, como no protagonismo da gestão do patrimônio cultural e natural.

A floresta e sociedade: tradição e cultura

CAP10

Ana Carla BRUNO
Thereza MENEZES

Introdução

Muitas imagens perpassam o imaginário sobre a Amazônia e em quase todas, a floresta é a grande protagonista. A primeira imagem remete ao império natural, ou seja, o traço característico fundamental da região seria a densa, impenetrável e misteriosa floresta combinada integrada ao mundo das águas. “Aquele lugar privilegiado do planeta onde se realizaria a mais perfeita expressão do primado da natureza sobre o homem, o paraíso perdido que nos reportaria ao cenário da terra antes da existência do homem” (Oliveira, 2008, p15), um universo frequentemente visto como adverso a adaptação humana.

A mais recente e poderosa imagem da Amazônia é a da floresta ameaçada pela ação predatória humana, manifesta no avanço do desmatamento que constitui um risco a sustentabilidade planetária. Nas duas imagens vemos um privilégio da Amazônia como um domínio essencialmente natural, onde a presença humana é elemento desagregador de um meio ambiente harmônico.



Imagens predominantes sobre a Amazônia:

Império natural – paraíso natural ou
Lugar ameaçado – os homens estão destruindo o paraíso

**Você já parou para pensar qual é a imagem que você tem da Amazônia?
Faça esse exercício!**

Esta perspectiva sobre a Amazônia que separa a floresta do homem ancora-se nas bases sobre as quais se apoia a cosmologia moderna que opera a partir da divisão estruturante entre o mundo natural e o mundo social, em uma permanente operação de separação, purificação e repartição entre o domínio do que é humano e do que é não humano e deste modo, construindo objetos, métodos e competências de pesquisa particulares a cada um destes domínios amparados no paradoxo de que a natureza não é uma construção nossa, ao passo que a sociedade é imamente resultado da nossa ação (Latour, 1994, p.37).

Pesquisas recentes na área de etnobotânica têm apontado novas perspectivas de reflexão sobre a relação floresta e ação do homem, indicando que praticamente todas as florestas do planeta foram afetadas por práticas culturais humanas. Portanto, a paisagem florestal seria um mosaico resultante da interação entre ambientes não manejados e das mais diversas dinâmicas de manejo humano (Mc Neely, 1993, p. 253). Estudos

nas áreas de etnobotânica e ecologia histórica amazônica que vem investigando conhecimentos e práticas de manejo indígenas indicam que paisagens até então consideradas naturais constituiriam artefatos humanos, sendo mais correto falarmos em “florestas culturais” (Balée, 1989).

Ainda que as dicotomias como “natureza e cultura” ou “natural e domesticado” imperem sobre as perspectivas para se compreender a Amazônia, evidências arqueológicas e etnohistóricas apontam a Bacia Amazônica como área de permanente ocupação humana, a qual possivelmente teve importante influência na composição atual da vegetação.

Pesquisas sobre a tradição de manipulação de plantas pelos Kayapó¹, por exemplo, demonstraram que mais de 76% das espécies domesticadas e exploradas por estes indígenas são sistematicamente selecionadas e propagadas em vários habitats. Em época de guerra, os Kayapó abandonam suas roças e passam a sobreviver de espécies semidomesticadas que durante milênios foram espalhadas por seus antepassados pelas florestas, bem como muitas de suas antigas roças foram manejadas para tornarem-se áreas de caça, uma prática de relação com o meio ambiente padronizada em terras tropicais baixas (Posey, 2001, p.288).

Devemos destacar que a relação com a floresta para as populações nativas amazônicas não se restringe ao que se convencionaria denominar uma estratégia de gestão de recursos naturais. Para os indígenas a **floresta não é percebida como um aglomerado de recursos a explorar da forma mais eficaz possível, mas é espaço de convivência entre humanos e forças espirituais.** Entre os Kayapó, por exemplo, locais de ocupação prévia ou abandonados pelos antepassados são considerados de uso restrito, pois são moradia de espíritos e um espaço temido pelos indígenas, tornando-se áreas protegidas e com grande biodiversidade.

1 Indígenas que habitam o norte do Mato Grosso e Sul do Pará

O reconhecimento pelo conservacionismo internacional desta profunda inter-relação entre a natureza e a cultura na moldagem da paisagem florestal pelo conhecimento tradicional vem contribuindo para legitimar noções como “populações tradicionais”. No universo conservacionista, esta designação remete sobretudo aos habitantes que estão em longo processo de interação com o meio ambiente em espaços de grande biodiversidade (Figura 1).



Figura 1: Menino indígena subindo em árvore. Comunidade indígena Castanheiro (acima de Santa Isabel do Rio Negro).

Fonte: Ana Carla Bruno

Quais são as características destes povos tradicionais no contexto amazônico?

No caso amazônico, as características destes povos tradicionais seriam a dependência dos ciclos naturais e a posição periférica à economia de mercado, condições que tornaram possíveis para indígenas e “caboclos” que vivem na região por longa data, a construção de uma tradição de conhecimentos ecológicos (Barreto Filho, 2006, p.121).

Nesta leitura conservacionista percebemos mais uma vez operando o dualismo natureza e cultura, pois a categoria populações ou povos tradicionais remete, neste caso a percepção das populações amazônicas como “sociedades da natureza”, uma construção idealista da existência de grupos em maior sintonia com a natureza, seja por suas práticas pouco impactantes, seja por constituírem grupos ou “culturas” valorizados como reservatórios de tecnologias úteis à exploração adequada do meio ambiente.

Esta “ecologização” de populações é percebida tanto entre indígenas, quanto entre caboclos da Amazônia ou ainda entre grupos sociais de outros lugares como os caçadores da África Ocidental (Leach, 1999). Essas ideias sustentam-se em pressupostos românticos que estabelecem um tipo particular de humanidade indissociavelmente ligada à natureza, como se essas populações vivessem indiscutivelmente em perfeita harmonia com o meio ambiente, ou seja, “populações-animais reguladas por parâmetros naturais” (Castro, 1992, p. 25). Esta correlação torna-se mais clara quando a “perda das culturas”, ou melhor, dos conhecimentos tradicionais das culturas em face de galopante mudança social do mundo contemporâneo, passa a ser concebida como um problema tão grave quanto a perda das espécies (Diegues, 1996, p. 104).

A valorização da tradição dos povos de áreas ambientalmente preservadas como a Amazônia é uma construção recente e está relacionada aos múltiplos efeitos da valorização da variável ambiental, seja em termos de apropriação dos conhecimentos e tecnologias indígenas por parte do Ocidente, seja para repensar o processo de desenvolvimento capitalista.

O que é desenvolvimento para você?

Durante muito tempo o desenvolvimento foi pensado como sinônimo de industrialização, avanço tecnológico e progresso. A partir da década de 1970-80 a redução do conceito de desenvolvimento ao industrialismo que trazia consigo um modelo de intervenção humana voltada para a dominação, dessacralização e objetificação da natureza foram duramente contestadas por economistas e sociólogos, sendo proposto em seu lugar o conceito de desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável alicerça-se na ideia básica da promoção de um desenvolvimento econômico compatível com preservação do meio ambiente, capaz de atender as necessidades do presente sem comprometer gerações futuras.

Um dos efeitos centrais das ideias de desenvolvimento sustentável foi inserir o ambientalismo dentro do campo de lutas ideológicas, econômicas e políticas do desenvolvimento. Neste contexto, os povos ou populações tradicionais, particularmente aqueles isolados, foram eleitos pelos ambientalistas a vanguarda ou bastiões da resistência contra o desenvolvimento capitalista e inspiração para uma sociedade alternativa capaz de demonstrar que seria possível uma interação harmônica com o meio ambiente.

A difusão deste discurso abriu a possibilidade do amparo legal para a categoria “**povos tradicionais**”² e para o surgimento de novas concepções que permitem o surgimento no cenário político de novas propostas de gestão social protagonizada por grupos sociais que antes eram politicamente invisíveis. Surge, por exemplo, o conceito de etnodesenvolvimento que segundo Stavennhagen (1984) seria um desenvolvimento que mantém o diferencial sociocultural de uma sociedade, sua etnicidade, valorizando e utilizando o conhecimento e tradição locais na busca da solução dos problemas.

Promover o etnodesenvolvimento significa colocar uma dada etnia no controle de suas próprias terras e recursos, organização social e cultural, sendo livre para estabelecer com o estado a negociação de seus interesses (Stavennhagen, 1984, p.57).

Nos termos do etnodesenvolvimento, os **indicadores para as sociedades indígenas** brasileiras seriam, segundo Azanha (2002, p.32):

- aumento populacional com segurança alimentar plenamente atingida;
- aumento do nível de escolaridade, na língua nativa ou português, dos jovens aldeados;
- satisfação de necessidades materiais através de recursos gerados internamente de forma não predatória e independente do mercado na captação de recursos financeiros (Figura 2);
- pleno domínio das relações com o Estado e agências do governo e definição do modelo de estabelecimento das mesmas.

2 Categoria utilizada na Constituição Federal de 1988, que inclui igualmente os povos indígenas e as comunidades negras descendentes de antigos quilombos que habitam o meio rural brasileiro.



Figura 2: Indígena preparando armadilha p/ peixe com talas e cipós. Comunidade indígena Castanheiro (acima de Santa Isabel do Rio Negro).

Fonte: Ana Carla Bruno

Além de estar na origem de uma nova concepção de gestão baseada na autodeterminação e respeito às tradições e formas de pensamento indígena, a ideia de desenvolvimento sustentável, proteção à natureza e aos povos tradicionais tem se expressado em termos **territoriais**, dando origem a uma revolução na cartografia amazônica devido ao **aparecimento de novas modalidades de territórios**, tais como, por exemplo, Terras indígenas, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Extrativistas, Projetos Agroflorestais.

Profundamente vinculado a este processo está a centralidade da Amazônia na ecologização dos movimentos sociais e suas demandas pela demarcação de terras tradicionalmente ocupadas por extrativistas como seringueiros, castanheiros, peconheiros, quebradeiras de coco de babaçu. A luta de Chico Mendes ilustra o mais conhecido caso em que pudemos ver a articulação entre discurso ecológico e combate a exploração predatória e derrubada dos seringais no Acre, resultando na produção de uma nova modalidade de territorialidade (Reserva Extrativista) voltada a proteger as terras tradicionalmente ocupadas pelos seringueiros.

Segundo Almeida (2004, p. 34), a apropriação do discurso ambientalista por parte dos seringueiros do Acre não significou uma mera reprodução de um discurso externo sobre proteção ambiental, mas a sua incorporação dentro de concepções e práticas locais, acoplando a esse

discurso novos significados. Ao fazê-lo, os seringueiros redefiniram sua maneira anterior de agir, mas o fizeram conforme critérios estabelecidos em tradições e costumes próprios; ao mesmo tempo redefiniram sua relação para com a sociedade e um espaço de reconhecimento como “povos da floresta”, com direitos legítimos a terra.

Nos processos de luta e reconhecimento das terras tradicionalmente ocupadas, o tradicional não se reduz ao passado, ao histórico, mas incorpora reivindicações do presente em um processo onde as identidades são redefinidas ao longo do processo de mobilização.

Não estamos diante de um tradicional que se consolidou em função da fuga, resistência e isolamento, mas de um tradicional construído a partir do fracasso das políticas públicas em assegurar um desenvolvimento sustentável, diante do qual as comunidades tradicionais amazônicas vêm reagindo através da reivindicação de territorialidades específicas para reagir às tentativas de usurpação do território que ocupam tradicionalmente (Almeida, 2008, p.123).

A CONSTRUÇÃO DA TRADIÇÃO

Até aqui buscamos situar como as metamorfoses da noção de tradição (e seu correlato político, os povos tradicionais) na ação política e discursos sobre a Amazônia. Buscamos escapar de um enfoque reificado e compartilhado pelo senso comum sobre a ideia tradição fundada no primordialismo. Para tal buscamos reconstituir a configuração que tornou este conceito de tradição um elemento central para o reconhecimento dos historicamente invisíveis habitantes da Amazônia. Mostraremos como a emergência dos povos tradicionais estão politizando a natureza, seja quando são visibilizados como participantes ativos na formação das florestas, agora consideradas “florestas culturais”, seja no processo onde assumem o protagonismo da gestão do patrimônio cultural e natural imprescindíveis para a preservação de regiões com grande biodiversidade ao reivindicar territorialidades legitimadas nos usos tradicionais.

Ainda que a tradição seja um processo construído historicamente, e a explosão de novas identidades na Amazônia associada a demandas por territorialidades venha tornando cada vez mais evidente este processo, a concepção construtivista da cultura ou tradição não é amplamente compartilhada.

Na imprensa, salas de aula, projetos de pesquisa e de intervenção social e mesmo nas políticas públicas para educação e cultura, frequentemente vigora uma ideia bastante reificada e nostálgica da tradição ou da cultura.

O que é cultura? O que faz parte da sua cultura?

O conceito de tradição é complexo e produzido em um dado momento histórico e dentro de universos de disputas estruturadas pela oposição entre civilização e cultura, revelando os sentidos diferenciais que o pensamento iluminista e romântico lhe atribuem no âmbito da formação dos Estados-nações na Europa. Cultura e civilização condensavam valores rivais que dividiam a Alemanha e a França e seus projetos políticos.

O conceito de civilização em sua acepção francesa expressa a consciência que o ocidente tem de si mesmo, aquilo que constitui sua particularidade como a tecnologia avançada, o progresso e desenvolvimento, materialismo científico, a cortesia e a etiqueta, o controle dos sentimentos, uma razão intelectual e universal. A ideia de civilização enfatiza o que é comum ou deveria ser, impondo um sentido prescritivo, um “dever ser” a todos os seres humanos (Elias, 1990, p.47), sustentáculo do colonialismo.

O conceito romântico de cultura, principalmente em sua leitura germânica, delimita e separa ao dar destaque às diferenças, as particularidades, as tradições nacionais, a diferença dos grupos sociais de cada povo, enfatizando traços como honestidade, espontaneidade, virtude espiritual, emoção, religiosidade, experiência. Historicamente, a centralidade do conceito de cultura na tradição de pensamento germânico,

esteve fortemente vinculada e foi construída no seio da história da nação alemã na sua prolongada luta de construção das fronteiras políticas e espirituais que permitiram a tardia formação do estado moderno alemão ancorada, assim, no *ethos* aristocrático guerreiro (Elias, 1997).

Podemos creditar ao pensamento romântico, por exemplo, noções associadas ao folclore, cultura popular, cabocla ou indígena que persistem até hoje. Nesta perspectiva estruturada na oposição tradicional x modernidade, a tradição faria parte de um mundo visto como totalidade integrada, uma alteridade idealizada como não corrompida pelo mundo moderno, um universo comunitário habitado por um povo associado com a ideia de “primitivo”, puro, autêntico, único, originário, autóctone. Ações fundadas nesta perspectiva demonstram extrema preocupação com o caráter dinâmico do mundo social e mostram-se frequentemente assombradas pelo avanço da modernização, urbanização dos novos hábitos que impõe a urgência do resgate, catalogação, preservação e divulgação da língua, cultura e tradição antes que ela desapareça.

Em muitos contextos indígenas brasileiros os habituais sinais diacríticos/elementos/traços como língua e cultura singulares não são evidentes para demarcar a distinção de traços que confirmam autenticidade cultural, visto que grande parte dos indígenas vem sendo submetida a um longo processo de mudança social promovidos pelas diversas situações coloniais, que frequentemente os converteram em um campesinato indígena.

A grande concentração de antropólogos pesquisando indígenas na Amazônia e Xingu permite entrever a persistência de um ideário romântico, e inversamente, o desconforto destes diante das populações indígenas de baixa distintividade cultural, ou melhor, culturalmente misturados (Oliveira, 1998, p.48), tão mais comuns entre indígenas de outras partes do Brasil. Os indígenas da Amazônia são percebidos como não corrompidos pela presença de instituições coloniais, ou seja, sistemas fechados e independentes da influência do contato ocidental, cujo isolamento teria permitido a preservação da língua, cultura, tradição,

organização social, ou seja, uma idealização do passado e a busca de uma pureza original.

Cabe destacar que boa parte dos chamados grupos isolados na região amazônica são foragidos de longa data, ou seja, embrenharam-se floresta adentro tentando escapar da escravidão, doença e subordinação imposta pela empresa seringalista, mineradora, madeireira ou projetos governamentais como estradas e hidrelétricas.

Este ponto de vista se choca com o recente fenômeno do crescimento da população indígena no último Censo Demográfico de 2000 que demonstrou que o percentual da população indígena encontra-se em crescimento, superando ou mantendo-se nos mesmos níveis do restante da população indicando que houve um substancial aumento de pessoas se autodeclarando como indígena, tanto em pequenos municípios quanto em grandes cidades. Os dados do Censo de 1991 registraram em Manaus, 952 indígenas, ao passo que em 2000 registraram-se na mesma cidade 7.894 indígenas (Almeida, 2008, p.85), mostrando claramente que os índios residentes em áreas urbanas estão assumindo a identidade indígena e aproximando-se do movimento indígena através de suas redes de relações e de acordo com suas diferentes etnias (Figura 3).

A escola é um agente fundamental neste processo de construção do grupo étnico, ação que não significa uma volta ao passado ou isolamento, mas de colaboração no estabelecimento do contraste que permita a emergência de novas identidades, uma individualização que seja vetor de organização social através de um processo de reorganização sociocultural que deve ser deflagrado pelos próprios indígenas.

Diante deste novo contexto, desde 2002 os indígenas de Manaus participam ativamente de debates com representantes de instituições e conselhos de educação diferenciada, e em 2007 foram contratados professores cuja função vem sendo a implantação da educação escolar indígena em Manaus. Foram contratados doze professores indígenas



Figura 3: Indígena Tenharim coletando algodão para fazer suporte do cocar.
Fonte: Simone Gomes.

escolhidos pelas comunidades em função do conhecimento da língua e cultura de seu povo. Sua função vem sendo incentivar as novas gerações a conhecer e valorizar os conhecimentos tradicionais, mas também dar condições de interlocução com a sociedade abrangente. Obviamente este processo coloca a escola no centro do debate do que é tradicional.

Caso exemplar da emergência de novas identidades indígenas vem acontecendo no Nordeste do Brasil cuja realidade indígena difere bastante da Amazônia. No Nordeste boa parte da terra ocupada por indígenas foi incorporada pelos processos de colonização e o que restou não apresenta grande distinção em relação ao padrão camponês. Se na Amazônia a maior ameaça é a invasão e degradação ambiental, no Nordeste o maior desafio tem sido “restabelecer os territórios indígenas, retirar os não índios e desnaturalizar a mistura como única via de sobrevivência e cidadania” (Oliveira, 1998, p.20). Com este intuito, assiste-se a reivindicação territorial baseada na reelaboração ou reivindicação étnica através da apropriação de manifestações percebidas como indígenas, onde estas nem sequer existiam antes, tais como o Toré, Praiá, Ouricuri, Torem, entre outras, as quais são muitas vezes combinadas a tradições rurais das festas religiosas.

Este resgate está funcionando como “bandeiras étnicas e garantem a estes povos a condição indígena para reivindicar os seus direitos às suas terras frente ao Estado-nação”. Oliveira (1993, p.vii-viii) afirma ainda que é sob o “signo da invenção de cultura” ou das tradições que podemos compreender este processo, onde não importa que os valores e símbolos venham de fora, mas que sejam “vividos e pensados como se estivessem a ferro e fogo nos corpos e sentimentos dos indivíduos”.

O processo de invenção da tradição tem as mais diversas facetas, sentidos e usos, podendo, inclusive assumir a forma de reivindicação de identidades e de direitos territoriais, mas pode se manifestar também como um mecanismo de poder ao eleger ou inventar uma dada tradição como verdadeira redundando em um processo de exclusão sociocultural de uns perante outros.

Um caso exemplar é o Movimento Tradicionalista Gaúcho, criado em meados do século XX por intelectuais das camadas urbanas e atualmente espalhados em São Paulo, Minas Gerais, Rondônia e Mato Grosso, cuja função foi criar festividades, indumentárias e um imaginário associado à idealização do universo gaúcho rural. O gaúcho seria um tipo social livre, másculo, corajoso, vestido com traje típico, lenço, chapéu e bombacha, associado a sua montaria e ao hábito do chimarrão. Essa imagem está calcada no modo de vida das estâncias da Campanha, uma das primeiras áreas colonizadas no Rio Grande do Sul no século XVII, localizada no sudoeste do estado, na fronteira com a Argentina e o Uruguai. Apesar da existência de indígenas, negros e da colonização alemã e italiana como atores fundamentais da história do Rio Grande do Sul, prevaleceu no processo de invenção da tradição, o modelo do gaúcho como representação imaginária homogeneizadora do Rio Grande do Sul, reforçando a ideias de um tipo social superior a todos os outros que se tornou um emblema de diferenciação no universo cultural brasileiro.

Há situações onde a invenção das tradições adquiriu contornos de profunda violência simbólica, constituindo uma estratégia de

opressão, como exemplifica adiante Baines (1995) em seu estudo sobre os efeitos da intervenção do Estado entre os Waimiri-Atroari. Os Waimiri-Atroari residem no norte do Amazonas e tiveram boa parte de suas terras inundadas pela barragem da Usina Hidrelétrica de Balbina (Eletronorte), afetadas pela construção da estrada BR-174 (1970-77) e pela presença mais recente de uma mineradora em suas terras. Este conjunto de intervenções produziu drástica de população, sobretudo em consequência das epidemias, reduzindo o grupo de cerca de 600 a 1000 em 1973 ao ponto mais baixo de 332 em 1983 (Idem, p.7). Após as violentas transformações a administração indígena governamental³ impôs aos indígenas um estilo de vida semelhante aos dos funcionários da Funai, agrupando-os em campos de ressocialização onde se impunha o modelo de índio civilizado e o trabalho agrícola.

A política indigenista buscou suavizar a dominação com uma estratégia retórica que associava o violento processo de integração do índio a sociedade dos brancos a uma prática realizada dentro dos preceitos de “respeito à tradição”. Para tal, foram inventadas novas tradições onde os costumes Waimiri-Atroari foram censurados e substituídos por características que os funcionários da Funai concebiam como “ser índio” como a adoção de nomes tradicionais, a manutenção da aparência física tradicional e a construção habitação tipo maloca. Tudo feito à imagem e semelhança do que concebiam com índio “selvagem” e original, imagem que neste caso prestou-se a domesticar a diferença e reforçar a dominação através de construção de uma neotradição de subordinação.

Outra presença cada vez mais evidente no cenário amazônico e que vem causando espanto é a dos quilombos, visto que, o senso comum compartilha da concepção de que não existe negro na Amazônia. Ainda que a presença negra tenha realmente sido menor que em outras partes do país, eles criaram formas particulares de viver e se relacionar com o

3 Refere-se a Frente de Atração Waimiri-Atroari (FAWA) da FUNAI (1970-1987).

meio ambiente, assim como indígenas, extrativistas e ribeirinhos. Como a Igreja condenava a escravidão de indígenas, adotou-se a escravidão negra na Amazônia, sobretudo após o século XVIII com a formação do estado do Grão Pará e Maranhão e trabalharam em atividades agrícolas (cana-de-açúcar, de algodão, de cacau e tabaco), no extrativismo das chamadas “drogas do sertão” (como a canela, a baunilha, o cravo, as raízes aromáticas, a salsaparrilha, o urucum e as sementes oleaginosas), além de trabalhos domésticos.

Foi ao longo dos séculos XVIII e XIX que se formaram grande parte dos quilombos no atual Estado do Pará. Ao fugir para esses aldeamentos, conhecidos também por mocambos, o escravo conquistava a garantia de autonomia e de liberdade. A desestabilização político-econômica ajudou nesse processo. Este movimento de fuga foi sedimentado e ampliado pela crise dos engenhos de cana-de-açúcar, por exemplo, e a crise política facilitou a fuga dos escravos. Os chamados mocambos passaram a ser tão numerosos que, afirmava-se na imprensa de Belém da época que havia mais negros morando em quilombos do que em cativeiros no fim do século XIX⁴ e muitas expedições foram criadas para captura de fugitivos.

Nas últimas décadas, os descendentes de africanos, chamados negros, em todo o território nacional, organizados em Associações Quilombolas, reivindicam o direito à permanência e ao reconhecimento legal de posse das terras por eles, assim como o direito a suas práticas culturais específicas. A partir da Constituição de 1988, cujo Artigo 68 das Disposições Transitórias prevê o reconhecimento da propriedade das terras dos remanescentes das comunidades dos quilombos, o debate ganha o cenário político nacional. A expressão remanescente das comunidades de quilombos discutida na Assembleia Constituinte de 1988 é tributária não somente dos pleitos por títulos fundiários, mas de uma discussão mais ampla travada nos movimentos negros e entre

4 Os quilombos nos séculos XVIII e XIX concentravam-se entre os Rios Gurupi e Turiaçu; na bacia do Rio Tocantins; entre os Rios Mojuim e Mocajuba; na bacia do Rio Trombetas e na chamada Guiana Brasileira, atualmente Amapá.

parlamentares envolvidos com a luta antirracista. O quilombo é trazido novamente ao debate para fazer frente a um tipo de reivindicação que, à época, aludiu a uma dívida que a nação brasileira teria para com os afro-brasileiros em consequência da escravidão e não exclusivamente para falar em direitos a propriedade fundiária.

O texto final do Artigo 68 da Constituição Federal, ao falar em remanescentes das comunidades dos quilombos, acaba produzindo impasses conceituais. Aquilo que advinha como demanda social, com o principal intuito de descrever um processo de cidadania relacionado a uma grande diversidade de situações envolvendo os afrodescendentes, tornou-se restritivo, por remeter à ideia de cultura como algo fixo, a algo cristalizado, fossilizado, autossuficiente, isolado e em fase de desaparecimento. Vigorou uma concepção associada ao Quilombo de Palmares, a unidade guerreira, construído a partir de um suposto da autossuficiência, algo pouco identificado com a atualidade das comunidades negras brasileiras. A concepção primordialista da cultura, mais uma vez, prevaleceu e tomou forma de lei no texto constitucional através da afirmação da ideia de “remanescente”.

No Amazonas temos o caso emblemático representado pelos quilombolas do Tambor, cujas terras estão dentro do Parque Nacional do Jaú, situado no município de Novo Airão e criado em 1980 de forma autoritária, pois a população nunca foi consultada. Os moradores de uma das comunidades do parque, a do Tambor, vivem da caça, pesca e plantio de roça e frutas e desde a criação da unidade de conservação vem tendo suas práticas tradicionais duramente controladas devido a proibição de ocupação humana em unidades de conservação de proteção integral, que devem ser destinadas apenas a preservação. No entanto, é comum a prática do turismo ecológico na unidade e o governo pretende investir R\$ 3 milhões nos próximos dois anos para construir um centro de visitantes e erguer uma pousada flutuante no local.

A comunidade do Tambor surgiu no início do século XX com uma família de negros vindos de Sergipe para trabalhar nos seringais do Rio Jaú, que em função da presença desta família era conhecido como “Rio dos Pretos”. O nome Tambor devia-se as frequentes festividades em homenagem a São Benedito, praticadas pelos moradores da comunidade

com o uso de tambores. Atualmente residem na área 22 famílias e desde a criação do parque estas famílias passaram a viver ilegalmente na área, pois grande parte das famílias foi pressionada pelos administradores do parque a abandonar a área, seguindo para a sede municipal de Novo Airão em virtude das numerosas regras e arbitrariedades impostas pelos administradores da área que tornaram a sobrevivência cada vez mais difícil nas fronteiras do parque.

Durante este processo foi requerido a Fundação Palmares o reconhecimento da área como quilombo, o que ocorreu após visita e análise do Inbra, redundando na portaria de reconhecimento dos moradores da Comunidade do Tambor como remanescentes de quilombo em 2006. Este caso tornou o reconhecimento da comunidade do Tambor alvo de ataque de ambientalistas, visto que um dos maiores parques nacionais do país teve uma redução de 33% de sua área com a demarcação da área do quilombo. Mais recentemente da revista *Veja* (maio de 2010) publicou uma reportagem desrespeitosa aos povos tradicionais do Brasil e referia-se aos quilombolas do Jaú como “carambolas”, apoiando-se no argumento da falta de registro histórico que comprovasse a presença ancestral dos quilombolas na área. E mais uma vez a **ideia primordialista** de cultura e tradição é acionada para deslegitimar os direitos territoriais dos povos tradicionais amazônicos.

Pensar o conceito de “tradição”, na realidade indígena do estado não é tão simples, visto que esta realidade não é singular, mas diversa. São diversas etnias (grupos indígenas) vivendo em situações e contextos diferenciados. Por exemplo, apenas no Noroeste do Amazonas temos 22 grupos indígenas diferentes (Quadro 1).

Quadro 1: Etnias Indígenas no Estado do Amazonas

NOROESTE AMAZÔNICO	SOLIMÕES	JAVARI	MADEIRA
Arapaso, Baniwa, Bará, Barasana, Baré, Desana, Karapanã, Kubeo, Kuripako Maku Dow, Maku Hupda, Maku Nadeb, Maku Yuhupde, Makuna, Miriti Tapuia, Piratapuaia, Siriano, Tariano, Tukano, Tuyuka, Wanano, warekena, isolados	Kaixana, Kambeba, Kanamari, Karapanã, Kokama, Matsés, Miranha, Mura, Tikuna, Witoto	Kanamari, Korubo, Kulina, Kulina Pano, Matsés (Mayoruna), Tsohom Djapa, Isolados	Apurinã, Diahoi, Munduruku, Mura, Mura Pirahã, Torá, Sateré Mawé, Parintintim, Tenharim

Fonte: Povos Indígenas no Brasil 2001/2005 (ISA)

Destaca-se ainda o fato que no estado tem-se um grande número de indígenas vivendo nas cidades (Manaus, São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel, Lábrea, Humaitá, Tefé, Benjamin Constant e Manicoré só para citar algumas). Nas cidades, os indígenas constroem um mundo de símbolos e estabelecem uma série de redes sociais através das associações e organizações indígenas e dos encontros e desencontros com diversas instituições do estado (Almeida, 2008). Por outro lado, vivem também como agentes sociais estigmatizados, pois os critérios culturais são usados para marcar desigualdades e atitudes de escolha, neste sentido eles estão constantemente num processo de tensão e conflito.



Figura 4: Indígena fazendo um abano.
Fonte: Ana Carla Bruno.

Finalmente, observa-se que o estado, muitas vezes, não considera a multiculturalidade existente no Amazonas legitimando assim todo um conjunto de preconceitos e desconhecimento desta diversidade. Desta forma “tradições” devem ser compreendidas como uma questão do presente que deve ser objeto de políticas públicas, capazes de assegurar os dispositivos garantidores do direito à diferença (Figura 4).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, A.W.B.; Santos, G. S. (Org.). 2008. *Estigmatização e Território: Mapeamento situacional dos indígenas em Manaus*. Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia / Editora da Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

Almeida, A.W.B. 2008. *Terras tradicionalmente ocupadas*. Manaus: PGSCA-UFAM/Fundação Ford.

Almeida, M. 2004. Direitos à floresta e ambientalismo: seringueiros e suas lutas. *Revista Brasileira Ciências Sociais*. 19: 55

Azanha, G. 2002. Etnodesenvolvimento, mercado e mecanismos de fomento: possibilidades de desenvolvimento sustentado para as sociedades indígenas no Brasil. In: *Etnodesenvolvimento e Políticas públicas. Bases para uma nova política indigenista*, Rio de Janeiro.

Baines, S.G. 1995. Os Waimiri-Atroari e a Invenção Social da Etnicidade pelo Indigenismo Empresarial. *Série Antropologia*. 179:2-26

Balée, W. 1989. The culture of amazonian forests. In: Posey, D.; Balée, W. (Eds.). *Resource management in Amazonia :indigenous and folk strategies*. New York Botanical Garden, New York.

Barreto Filho, H.T. 2006. Populações tradicionais: introdução a critica da ecologia política de uma noção, p.109-141. In: Adams, C; Murrieta, R; Neves, W. (Orgs). *Sociedades caboclas Amazônicas:modernidade e invisibilidade*. Annablume, São Paulo.

Bourdieu, P. 1984. La Délégation et le Fetichisme Politique. *Actes de La Recherche en Sciences Sociales*. 52/53:49-55.

Castro, E.V. 1992. Sociedades indígenas e natureza na Amazônia. *Tempo e Presença*. . 261: 25-26.

Diegues, A.C. 1996. *Mito moderno da natureza intocada*. Hucitec, São Paulo. 169pp.

Elias, N. 1990. *O processo civilizador*. Zahar, Rio de Janeiro.

Elias, N. 1997. *Os alemães: a luta pelo poder e evolução do habitus nos séculos XIX e XX*. Zahar, Rio de Janeiro.

Latour, B. 1994. *Jamais fomos modernos*. Editora 34, Rio de Janeiro.

Leach, M. 2000. New shapes to shift: war, parks and the hunting person in modern west Africa. *Man*. 6(4).

Mc Neelly, J. 1993. Afterword. People and protect areas: partners and prosperity. In: Kempf, E. *The law of the mother: protecting indigenous people in protect areas*. Sierra Club Books. San Francisco.

Oliveira, J.P. 1994. Os Instrumentos de Bordo: Expectativas e Possibilidades do Trabalho do Antropólogo em Laudos Periciais, pp.115-139. In: Silva, O.S.; Luz, L.; Vieira, C. Helm (Orgs). *A Perícia Antropológica em Processos Judiciais*. Ed. da UFSC/ ABA/ Comissão Pró-Índio de São Paulo. Florianópolis.

Oliveira, J.P. 1998. Uma etnologia dos “índios misturados”? Situação colonial, territorialização e fluxos culturais. *Mana*, Rio de Janeiro. 4(1).

Oliveira, J.P. 2008. A fronteira e seus cenários: narrativas e imagens sobre a Amazônia. p.7-32. In: Noronha, N; Athias (Orgs). *Ciência e saberes na Amazônia*. Edua e Editora UFPE, Recife.

Posey, D. 2001. Interpretando e utilizando a realidade dos conceitos indígenas: o que é preciso aprender dos nativos, p. 279-294. In: Diegues, A. C.; Moreira, A. *Espaços e recursos naturais de uso comum*. NUPAUB-USP, São Paulo.

Stavenhagen, R. 1984. Etnodesenvolvimento: uma dimensão ignorada no pensamento desenvolvimentista. *Anuário Antropológico*. Rio de Janeiro. 84:13-56.



Foto: Arquivos LAPSEA/INPA

Os sentidos que damos à existência da floresta
é fruto de uma construção individual e coletiva
que é constituída historicamente.

A floresta e sociedade: ideias e práticas históricas

Maria Inês Gasparetto HIGUCHI
Genoveva Chagas de AZEVEDO
Sylvia Souza FORSBERG

Introdução

Como vimos nos capítulos anteriores, a floresta é uma das principais fontes de recursos naturais sobre a terra. E por ser tão importante, é fundamental que não seja apenas reconhecida como elemento biológico e econômico, mas também como aspecto cultural e social.

A floresta sempre teve um significado especial às pessoas, independente do lugar onde elas vivam. Nossa história é cheia de referências à floresta. Apesar de sabermos que atualmente mais de 70% das pessoas vive em centros urbanos, a floresta abriga um número enorme de povos nativos ou não, que vivem em contato direto e imediato com esse ambiente. Para essas pessoas, a floresta significa muito mais do que o valor funcional, alimentício ou econômico.

A maior parte dessas populações tem uma relação tão estreita com os recursos físicos naturais (sol, água, rocha, árvores, plantas etc.) e a fauna (animais), que a floresta como um todo, passa a ter valores e significados existenciais. São elementos pelos quais, e em torno deles, se criam lendas, mitos e fantasias gerando formas de vida, hábitos e costumes específicos como no caso dos amazônidas. Por exemplo, os povos indígenas do Alto Xingu acreditam que os troncos de madeira simbolizam os seus mortos. Já para os Kaiowá (Dourados MS) a natureza pertence a divindades, às quais permitem a exploração mediante um pedido e oração específicas para cada atividade. Caso isso não seja feito, ao cortar uma árvore sem permissão o espírito da mata incute ao cortador uma doença, já que para eles árvores e gente são partes de um só mundo, isto é: *“gente é mato, por isso gente é a própria floresta* (Brand, 2003:181).

O complexo cultural amazônico, apesar de estar fortemente ligado à cultura nativa miscigenada, há algumas décadas tornou-se um espaço aberto para a inserção de hábitos e costumes próprios de um sistema capitalista globalizado. De olho na dimensão econômica e ambiental os governantes de países mais ricos e grandes empresários, negligenciam a existência de populações que ocupam tradicionalmente esse território e dependem do patrimônio florestal natural (reserva minerais, fontes energéticas, potencial turístico e possibilidade de ocupação humana) para atividades produtivas, para seu sustento e desenvolvimento cultural.

O olhar mundial ao pedaço de natureza nomeado Amazônia é sem dúvida superdimensionado e não traz apenas aspectos positivos, mas também faz surgir novas questões e preocupações quanto ao uso do espaço, sua finita biodiversidade e seus direitos de uso e proteção.

Além desses aspectos específicos de atenção externa, mas que de alguma forma está relacionado com essa problemática, nos últimos anos a Amazônia tem sido a principal fronteira de ocupação do Brasil, gerando conflitos de terra, crescimento desordenado das cidades, introdução de práticas agroindustriais não adequadas, desmatamentos e queimadas, que têm ameaçado o equilíbrio do ecossistema da região. A floresta tem sido derrubada para servir a outros interesses, trazendo não apenas problemas ambientais, mas também sociais.

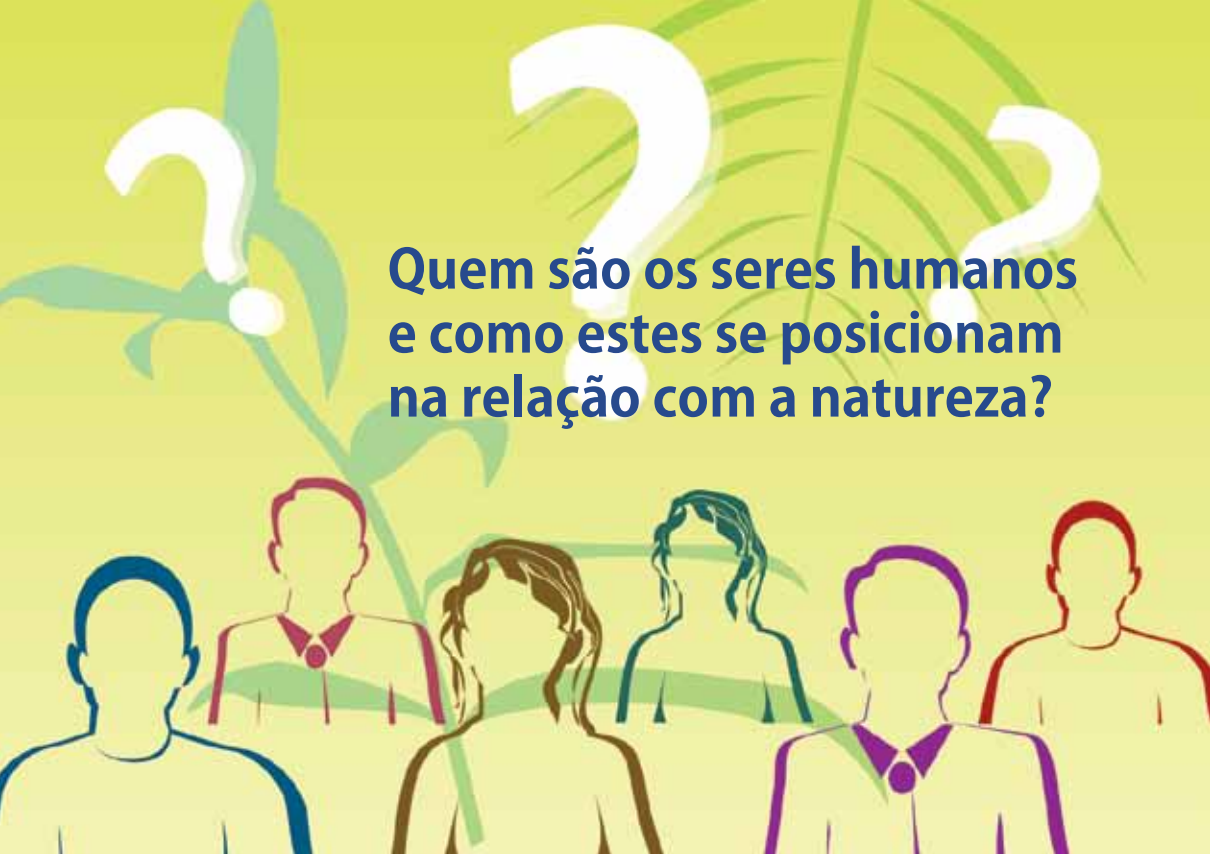
Para entender essa relação que temos com a floresta é preciso entender o contexto histórico dos acontecimentos. Se estamos mais ou menos próximos, mais ou menos distantes, mais ou menos comprometidos com a proteção e uso sustentável dos recursos, certamente isto tem em parte a ver com essa trajetória, onde vários fatores influenciam nosso comportamento coletivo.

HISTÓRIA DE NOSSA RELAÇÃO COM A FLORESTA

Ao falar sobre floresta estamos falando em meio ambiente natural. Isso envolve uma reflexão sobre o **quanto natural é um ambiente**. Floriani (2000, p.25), por exemplo, nos questiona: “como diferenciar sociedade da natureza, quando ocorre uma crescente artificialização da matéria, pela técnica, tornando-se a natureza uma espécie de matéria socializada?” Em todo caso, podemos caracterizar um espaço como meio ambiente natural onde encontramos uma variedade imensa de formas biológicas e faunísticas cuja presença é predominante à ocupação humana e se mantém em sua forma original. Podemos nos referir a ela como natureza, ou nos termos: *Physis natura*.

As atitudes e usos sociais da e na *Physis natura* é um processo constituído historicamente que embasa a moralidade da consciência ambiental contemporânea. Por isso, a paisagem física é produto de atividades sociais. Em outras palavras, as normas sociais formam atitudes e ações antrópicas e estas, por sua vez transformam e modificam a *Physis natura*. Essas atitudes e ações não ocorrem de maneira isolada e independentemente de uma serie de valores próprios de cada grupo em relação à natureza. Se por um lado estão as necessidades intrínsecas à nossa condição humana, de alimento e abrigo, por outro, essas necessidades têm sido interpretadas distintamente, em função da legitimação de nossas ações no tratamento dos recursos ambientais.

Para iniciar a reflexão sobre a forma de relacionamento sociedade natureza, uma pergunta parece ser inevitável.



Quem são os seres humanos e como estes se posicionam na relação com a natureza?

Na busca de uma resposta ou de um melhor entendimento, o pensamento filosófico, bem como a religião, tem contribuído substancialmente na reconstrução do mosaico de comportamentos dos seres humanos em relação à natureza.

Embora o pensamento oriental tenha alguma influência, a forma contemporânea de pensar sobre o ambiente natural no mundo ocidental tem suas origens mais fortes na Europa. Esse pensamento europeu, entretanto, tem suas raízes na filosofia Grega e Romana bem como nas ideias Judaico-cristãs.

Heemann (2000), em seu artigo “*Natureza sociedade: a controvérsia sobre os alicerces da conduta humana*”, nos remete a uma reflexão sobre as dimensões epistemológicas e éticas que procuram centrar na ordem natural os indicativos para o comportamento humano em relação ao ambiente natural. O autor nos apresenta os alicerces da conduta humana,

onde natureza-divindade-humanidade se alternam nesse jogo histórico que, de alguma forma está no cerne de nossa relação com ambiente. Segundo esse autor, na antiguidade o mito e a divindade sobrenatural fora instituído como norma preconizadora da ética humana, mas a partir de 600 a.c. é substituído pelo naturalismo metafísico, onde o agir humano deveria seguir o imperativo ético do “agir conforme a natureza”, de modo que as leis do mundo físico eram entendidas como indicativos válidos para embasar o comportamento humano.

Heeman (*ibid*) torna manifesto o contínuo histórico de malhas normativas onde ideias conflituosas centradas ora nas divindades ora na razão, se interpõem na determinação dos rumos no debate da legitimação do comportamento humano contemporâneo expresso na dialética natureza versus sociedade.

SOCIEDADE E NATUREZA

Ponting (1991) nos apresenta alguns aspectos históricos que se constituem numa memória os quais permeiam a questão ambiental na atualidade. O pensamento socrático, de que tudo o que existe é para os benefícios humanos, era saliente até o século XIX, quando o pensamento científico trouxe um novo pressuposto. Até então os pensadores disseminavam a ideia de que os seres humanos eram indubitavelmente os seres mais importantes da Terra.

Aristóteles seguia nesta ênfase antropocêntrica, onde o homem por ser considerado um animal racional, o que venha a fazer é certo, e essa racionalidade seria o distintivo da natureza humana. Nessa ideia de supremacia humana, havia no pensamento filosófico clássico, a noção de que os *Homo sapiens* deveriam “terminar” a obra divina, deixada rústica, de acordo com os planos superiores, para que essa natureza fosse incrementada, enriquecida e transformada. Essa ação era observada pelos pensadores e Platão deixa claro numa de suas obras, que tal intervenção deixava uma marca de desflorestamento e erosão em determinadas áreas.

Essa observação de Platão parece não ter causado mudanças. Salvo alguns poucos filósofos, o pensamento reinante era de que modificar o ambiente natural seria uma responsabilidade de todos os humanos para salvaguardar a própria existência.

Com a ascensão do Cristianismo e sua adoção como religião estatal no Antigo Império Romano, no século II, introduziu-se um novo elemento na formação de ideários sociais.

O Cristianismo incorporou nos seus livros sagrados alguns textos da religião judaica, trazendo à tona uma visão religiosa da relação entre seres humanos e natureza.



O **pensamento judaico-cristão** se destaca na orientação da conduta de que as pessoas foram criadas à imagem de Deus e, portanto, estariam em posição superior em relação aos demais organismos vivos e não vivos. Nessa condição, o homem teria o domínio do mundo natural e o direito ao uso para sua própria existência. Nessa visão, sendo o ser humano dotado de um espírito não físico, este seria superior em relação aos demais elementos do mundo, segundo os princípios religiosos em questão. Modificar a natureza e domesticar os animais eram, pois normas morais dadas pela ética judaico-cristã, que segundo White (*apud* Bell 1998), seria uma das religiões de maior evidência antropocêntrica.

Esse pensamento persistiu até o **século XV** na Europa, de modo que a vontade de Deus deveria ser cumprida e o mundo natural dos vivos, onde os seres humanos, seres racionais, estariam acima dos animais, seres irracionais. Sendo essa uma determinação divina, caberia aos humanos transformar a natureza, de acordo com os planos de Deus. Isso incluía o cultivo da terra e a domesticação dos animais.

Algumas dissidências foram aparecendo, inclusive nos livros do judaísmo, onde se reafirma que os humanos têm um status superior entre todas as criaturas da Terra, mas têm também a responsabilidade de tomar conta desse jardim do Éden, para seu próprio benefício e das demais criaturas. Reverte-se assim a ideia equivocada, ou ambivalente de uma norma antropocêntrica para outra face, “mais ecológica” (Bell, 1998 p. 153-154).

Nesta mesma linha de inconformismo com o pensamento predominante, surge **Francisco de Assis** que balança as ideias cristãs sobre a relação dos humanos com mundo natural.

Francisco de Assis via todas as criaturas como parte da criação de Deus, cada qual com um papel a ser desempenhado, mas nesse plano não havia a vontade divina de subjugação dos animais em detrimento das vontades e caprichos dos seres humanos.

Tais ideias abominadas pela igreja, pela visão revolucionária contida nelas, não conseguiram eco com a maioria dos pensadores.

O pensamento antropocêntrico vigorava em pleno **século XVII** na Europa e as modificações e intervenções no mundo natural eram vistas como parte do plano divino para a evolução. O mundo natural estava em sua forma bruta e necessitava ser lapidado, reformulado e moldado para sua perfeição. Neste período a dominação da natureza era disseminada como missão principal dos humanos.



Surge também nesse momento o pensamento científico, e René Descartes traz uma nova ordem, a de que para entender o todo, era necessário reduzi-lo em suas partes. Descartes contribuiu com a visão mecanicista dos fenômenos naturais. Ele próprio dizia que os animais e máquinas não tinham diferença, pois ambos não eram dotados de capacidade racional. A ideia central de que Deus criara a “máquina” cujas

utilidades deveriam ser descobertas pelos homens, reinou soberana por mais de dois séculos.

A ideia de que a ciência seria uma ajuda poderosa e uma ferramenta fundamental para o “progresso” ganha terreno com o trabalho de **Francis Bacon** que dizia que o mundo deveria ser feito para os homens, não os homens para o mundo. Crescia assim o pensamento da dominação dos seres humanos sobre o mundo natural, tendo a ciência como a ferramenta mais importante dessa tarefa. Nesse esforço Sigmund Freud na sua obra,

O mal-estar na civilização (Freud, 1974), corrobora com a ideia de que o que é natural e instintivo deve ser orientado sob os auspícios científicos.

Ponting (ibidem. Op. Cit.), faz uma interessante leitura sobre ideia de **progresso**, que passa a embasar as práticas contemporâneas. O autor coloca que no velho mundo prevaleciam as ideias de declínio da humanidade, ou seja, o mundo perdia progressivamente o paraíso ganho em sua criação original. Na contemporaneidade, entretanto a ideia de progresso vinha de encontro com uma nova motivação, a de que no futuro tudo seria melhor. Aos seres humanos caberia a busca da perfeição, da evolução, do progresso, e para isso a natureza serviria de sustentação para essa operação.

Thomas Malthus faz um alerta e **questiona a finitude dos recursos** e a capacidade de suporte do habitat humano tendo em vista o crescimento vertiginoso da população e chama a atenção para possibilidade de haver grande redução de alimentos a todos, gerando fome e morte para que o ciclo de retomada do crescimento fosse novamente possível.

Malthus foi ignorado e vencido pela visão *cornucopista* (da *abundância*), tendo o economista **Julian Simon** como o mais autêntico anti-malthussianista, que pregava a ideia de que a solução para os problemas de escassez de recursos naturais seria justamente o aumento da população que por sua vez “forçaria” as mentes pensantes a encontrar saídas inteligentes para os problemas surgidos, onde a tecnologia substituiria os recursos naturais (Bell, 1998). Apesar de Simon ser criticado pela sua ousadia expressa, a tecnologia atrelada ao progresso se consolida continente afora.

Nesta linha, os altos níveis de consumo material e as transformações do mundo natural foram se estabelecendo como metas do progresso. Esse progresso trazia no seu bojo a ideia de benefícios cada vez maiores a todas as sociedades humanas interessadas num futuro melhor. Em pouco tempo o progresso passou a ser sinônimo de crescimento econômico.

Apesar dos elementos religiosos terem perdido a primazia no final do **século XIX**, muitos pressupostos foram incorporados, de forma quase involuntária, no padrão geral de concepção de mundo na Europa e acabaram se disseminando nos demais países do mundo.

No **século XX** essas atitudes começaram a dar sinais de que havia algo fora do foco. Cresciam os problemas ambientais, reduziam-se os recursos naturais e aumentava-se a pobreza na mesma proporção em que aumentava o progresso tecnológico e econômico de uma pequena parte da população mundial. O **progresso e crescimento econômico** começam a ser postos em xeque, dando início a um processo de reflexão e chamada para uma nova forma de agir e pensar sobre os recursos e mundo natural. Os limites do desenvolvimento desenfreado começam a ser questionados e redimensionados.

No mundo ocidental a atenção aos recursos naturais tem sido uma emergência, forçando uma nova prática pela necessidade de finitude destes recursos, antes considerados de abundância e existência infinitas. A redução destes recursos provocou também uma nova ordem ética entre os povos das cidades modernas industriais, iniciando uma onda ecológica, tanto em termos de políticas quanto de comportamentos cotidianos.

OS MOVIMENTOS AMBIENTALISTAS

A partir dos anos 70 os movimentos ecológicos passaram a exercer grande influência nas determinações de novas formas de exploração dos recursos naturais e seu consequente desenvolvimento. A ideologia da questão ambiental teve em **Rachel Carson**, bióloga americana, por meio da publicação de seu histórico livro *Primavera Silenciosa* em 1962, um dos mais contundentes alertas sobre os perigos da tecnologia e dos pesticidas químicos. O uso indiscriminado e cada vez mais intenso da química nociva levaria, segundo Carson, ao esquecimento do canto dos pássaros nas maravilhosas manhãs de primavera, uma vez que todos seriam extintos por essa prática destrutiva na agricultura (Bell, 1998).



Esse alerta trouxe à tona uma mobilização pública sobre as consequências do desenvolvimento desenfreado.

Vieram também no bojo desta preocupação as convenções ambientalistas que deram um direcionamento da nova ética ambiental. Segundo Cascino (1999), o embrião do movimento ambientalista pode ser datado na **década de 60**. Foi também neste período que aconteceram outros movimentos sociais de magnitude planetária, entre eles o dos hippies, o feminino, o movimento negro, a liberação sexual, as drogas e rock-and-roll, pacifismo e muitas outras manifestações contra guerras. O clímax temporal desses movimentos é hoje lembrado como “Maio de 68”, evento ocorrido em Paris, que se tornou símbolo das transformações, tendo em vista que fazia uma crítica incondicional à fragmentação do indivíduo.

Na época, o Brasil vivia as dificuldades impostas pelo regime militar e sua censura, que era confrontado pelos estudantes

universitários, músicos, apresentadores, jornalista e intelectuais. Esse movimento se caracterizou pela crítica a cultura oficial e deu início a uma nova concepção em relação às condições de opressão e injustiça, segundo Cascino (Ibid.), marcas do modelo de desenvolvimento capitalista. Preconiza-se o chamamento a um novo posicionamento político em algumas questões de cidadania.

Mais recentemente vários autores se aventuraram na busca de explicação das práticas ambientais, seja pelo aspecto da transformação da natureza e do impacto cultural de viver num ambiente construído, como Anthony Giddens; seja a partir da ideologia marcante deste mundo essencialmente capitalista no pensamento de André Gorz, ou ainda na crítica da modernidade feita por Jürgen Habermas (ver Goldblatt, 1996). Estes autores, no entanto, não deixam de considerar em seus argumentos teóricos, as raízes históricas da constituição do comportamento social relativo ao meio ambiente.

Apesar de todo esse histórico de transformação no modo de pensar coletivo, as práticas cotidianas da relação humano-meio ambiente ainda estão muito associadas nas ideias dos filósofos clássicos e elementos religiosos inculcados pelo judaísmo-cristão, que por sua vez culminou no modelo de sociedade em que vivemos.

As ações humanas, por estarem inseridas em contextos históricos, são produtores de sentidos que embasam suas próprias orientações (Floriani, 2000). Em outras palavras, muitas dessas ideias de apropriação, representação e transformação da natureza estão subjacentes às práticas do dia-a-dia das pessoas que vivem na cidade ou mesmo fora dela. Entretanto, essa memória como nos alerta Floriani (*Ibid*), nem sempre se torna de imediato visível ou consciente pelo indivíduo ou pela coletividade, mas silenciosamente se reproduz apesar de transformada.

SOCIODIVERSIDADE E PRÁTICA ECOLÓGICA

Vimos então que os aspectos físicos presentes no ambiente natural são parte de um espaço social que, de alguma forma, retratam os aspectos socioculturais próprios das pessoas que nele estão inseridas. Esses elementos físicos são sem dúvida um produto social, que junto com suas propriedades materiais, produzem comportamentos específicos. Em outras palavras, a maneira de ocupar um espaço e transformar o mundo material está ligada à natureza social dos comportamentos humanos desejados para aquele contexto. Podemos, a partir destas proposições, definir a existência de uma interdependência entre comportamento social e realidade física. Este fato nos informa dois aspectos fundamentais, os quais nos auxiliam na compreensão do processo de construção tanto da forma de pensar (percepções) quanto da forma de agir (ações).

Por meio das percepções é possível verificar que o espaço não é simplesmente um elemento exterior a nós mesmos, mas uma dimensão da nossa interação com ele. Por meio de nossas vivências e interação sociais, nós temos a possibilidade de construir avaliações, impressões e significados sobre uma determinada realidade geofísica. O processo perceptual tem um papel crucial nessa apreensão da realidade ambiental, pois ele nos permite estabelecer relações visuais, substância que acaba sendo ícone simbólico, impregnados de significação (Higuchi e Kuhnen, 2008).

Resumindo, os elementos apreendidos através da percepção nos informam tanto os conteúdos específicos daquele lugar, como também a maneira como são reorganizados numa cognição-avaliação do espaço para o qual a pessoa, ou o grupo atribuirá determinados significados.

A percepção é invariavelmente um julgamento a partir de nossos próprios sistemas de referência. Por exemplo: preservam-se áreas verdes a partir do que se considera próprio de ser preservado, ou então se acha uma rua suficiente limpa a partir do que se considera limpo o bastante. Todos esses aspectos perceptivos ou conceituais, não são destituídos dos aspectos socioculturais além dos aspectos pessoais constituídos historicamente.

OS SIGNIFICADOS DE MORAR NA CIDADE OU NA FLORESTA

Ao analisarmos as pessoas, seja em pequenos ou grandes grupos, estaremos por sua vez considerando o espaço por elas ocupado, apropriado, modificado e personalizado. Isto quer dizer que há um aspecto indissociável entre os elementos próprios da realidade física e os elementos socioculturais historicamente constituídos. Alguns estudos já apontaram importantes pontos de reflexão sobre a natureza do comportamento ecológico de moradores vizinhos de unidades de conservação urbana em Manaus. Silva (2009) e Higuchi (1999) relataram práticas ambientais dessas pessoas fundamentadas em valores



socioculturais que procuram se distanciar de qualquer imagem que os considere pessoas do interior, ou pessoas cuja produção se aproxime da identidade rural ou naturalística. Nesse contexto, há certa aversão por toda e qualquer área verde ou produtos que tenham sua origem predominante silvestre. Embora esses moradores confidenciem seu encanto para com a natureza e reafirmem a necessidade de proteção à flora e à fauna silvestre, está implícito em suas mentes e práticas o desejo de distanciamento, real simbólico dessa realidade.

Uma grande maioria desses moradores viveu sua infância e adolescência no interior e migrou para cidade. Viver na cidade, para essas pessoas, implica muito mais do que mudar-se de lugar de moradia. Implica uma nova identidade. Estabelecido num novo território há uma solicitação de um novo repertório comportamental para consolidar o pertencimento àquele espaço (Seyferth, 1995). Morar na cidade significa uma ascensão social, uma aquisição de status que exige mudança de práticas com relação aos recursos naturais. Em outras palavras, nessa forma de pensar, viver na cidade requer a modificação de tudo o que é natural, uma vez que esses recursos teriam seu lugar longe da localidade urbana, cujo espaço de vivência é centrado no prisma do “progresso”, muitas vezes longe de ser algo tangível. Porém, quando se pensa em desenvolvimento, a temporalidade está inscrita nesse processo, e como nos alerta Jodelet (2002:31) “essa temporalidade é mais a de um presente voltado para o futuro, e nesse movimento, o futuro será constituído da memória do passado”. Conforma-se nesse sentido o parcelamento do espaço, nas palavras de Fischer (s/d), delegando o exigindo-se dos moradores de cidade uma paisagem construída, destituída de áreas verdes, principalmente como espaço de preservação, que de alguma forma ofuscam o ideal do “desenvolvimento” e do “progresso”.

Apartir dessas noções construídas historicamente nos deparamos com uma realidade distinta e até certo ponto problemática no campo das relações ecológicas. Para ilustrar como um exemplo Higuchi (1999), mostra o relato de um encontro com uma moradora. Dona Raimunda, uma senhora de 65 anos de idade, moradora de uma casa cuja frente lhe

oferece a vista, a 15 metros de distância, de uma ampla área verde. Ela diz adorar essa paisagem verde porque *“lembra lá no interior. Eu fico vendo esses macacos, as araras brincando nas árvores, tudo calmo, sem preocupação... sem zoada...”*. Após uma conversa longa, Dona Raimunda olha para a área verde em frete e diz surpreendente: *“Acho que ia ficar melhor se essa mata ai fosse dada pra esse pessoal fazer casa, é um terreno bom, dá pra moradia. Lá fica melhor com vizinho...”*.

Diante desse comentário, à primeira vista paradoxal, fica evidente a noção de transformação social do espaço natural para compor um espaço construído, o de moradia, que se espera na cidade. Essas concepções traduzem elementos importantes que estão subjacentes a muitas práticas de aversão aos fragmentos florestais na cidade, mesmo considerando-os importantes, úteis e prazerosos. O espaço “cidade” está na mente de muitas pessoas como um lugar construído para moradia de humanos, e isso implica a existência de aglomerados com terrenos e casas, instituições e serviços, construções perenes e sobretudo modificações constantes. Em contraposição está o “não lugar” (nos termos de Marc Auge, 1994) que seria para essas mesmas pessoas a mata, o mato, a floresta, os igarapés. Essa “rusticidade” e o não modificado não seria lugar para as pessoas morarem, pois estaria longe do “progresso”.

Atrelado a essa ideia básica de espaço de moradia para humanos e não humanos, outra ideias emerge: a de **ser morador da cidade ou interior**. No ideário das pessoas morar na cidade é se sentir evoluído, pois na cidade se trabalha pouco, se usa a “cabeça”, e ser educado e ser fino. Morar no interior é ter que conviver com a ideia implícita de ser “atrasado” em relação aos moradores das cidades. No interior se trabalha muito, “se pega no pesado” Higuchi (2003). No interior as pessoas ficam sem o “saber”, permanecem destituídas de benefícios e de poder, vistos como abundantes na cidade. Como diz Silva (2009 [2000:149]), “no interior falta o conforto que o *homus urbanus* tem”, ou supostamente tem.

RESUMINDO

Esse ideário quase inconsciente que está presente em cada um de nós, mesmo negando-o, é fruto de uma memória, de um passado que persiste e direciona nossas formas de organização e destinos do ambiente natural. O natural pode ser aceito, desde que distante de minha casa, num lugar romântico e idílico, que alguém o preserve para *homo urbanos* viver confortavelmente. As ideias de hoje não são fruto de uma relação linear, mas complexa e dinâmica, construídas historicamente.

Embebido em tudo isto está a ideia de que história deve ser concebida por aquilo que é passado, mas persistente, que não é apenas evento, mas que toma corpo e se torna matéria e abstração intrínseca nos produtos da ação humana. Essa memória que nos torna semelhante ao mesmo tempo em que nos distinguimos uns dos outros.

Para que essas ideias e práticas históricas sejam transformadas é necessário tempo e sabedoria. Conhecer essa história pode nos ajudar muito, para então desenvolvermos procedimentos educativos que incorporem a proteção e o cuidado da floresta, não mais como um obstáculo, mas como o centro de equilíbrio e fonte de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Augé, M. 1994. *Não-lugares: Introdução a uma Antropologia da Supermodernidade*. Papirus Editora, São Paulo.

Bell, M. M. 1998. *An Invitation to Environmental Sociology*. Pine Forge Press, London.

Cascino, F. 1999. *Educação Ambiental: princípios, história e formação de professores*. Editora SENAC/São Paulo, São Paulo.

Fischer, G. s/d. *Psicologia Social do Ambiente*. Instituto Piaget, Lisboa.

Floriani, D. 2000. Diálogos interdisciplinares para uma agenda socioambiental: breve inventário do debate sobre ciência, sociedade e natureza. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, N. 1, pp. 9-16, jan-jun. Curitiba: Editora da UFPR.

Freud, S. 1974. *O mal estar da civilização*. Obras completas XXI. Imago, Rio de Janeiro.

Goldblatt, D. 1996. *Social Theory and the environment*. Polity Press, Cambridge.

Heemann, A. 2000. Natureza e sociedade: a controvérsia sobre os alicerces da conduta humana. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, n.1, p 9-19, jan-jun. Curitiba: Editora da UFPR.

Higuchi, M.I.G. 1999. *House, Street, Bairro and Mata: Ideas of Place and Space in an Urban Location in Brazil*. Tese de Doutorado, Brunel University, Inglaterra.

Higuchi, M. I. G. 2003. Crianças e Meio ambiente: dimensões de um mesmo mundo. In: Noal, F.; Barcelos, V. (Orgs) *Educação Ambiental e Cidadania: Cenários Brasileiros*. EDUNISC, Santa Cruz do Sul.

Higuchi, M. I. G.; Kuhnen, A. 2008. Percepção e Representação Ambiental – Métodos e Técnicas de Investigação para a Educação Ambiental. In: Pinheiro, J.Q.; Günther, H. (Orgs.). *Métodos de Pesquisa nos Estudos Pessoa-Ambiente*. Casa do Psicólogo, São Paulo.

Ponting, C. 1991. *A Green History of the world*. Penguin Books, London.

Seyferth, G. 1995. Identidade, Território, Pertencimento. *Psicologia & Práticas Sociais*. 2(1):57-71.

Silva, M. P. S. C. 2009. *Aqui é melhor do que lá: Representação Social da vida urbana das populações migrantes e seus impactos socioambientais em Manaus*. Editora da Universidade Federal do Amazonas, Manaus.



foto: AMAZONASTUR/Ribamar o caboclo.

As florestas são um importante patrimônio natural e social, seja pela sua história ou pela sua característica paisagística.

A floresta como espaço de lazer e turismo

CAP12

Maria de Nazaré Lima RIBEIRO
Maria Inês Gasparetto HIGUCHI

Introdução

A diversidade de produtos e serviços ambientais que as florestas disponibilizam faz delas um importante patrimônio coletivo, de bem comum. Portanto, a sua proteção e gestão é de responsabilidade dos cidadãos sem exceção. Nos capítulos anteriores salientou-se a inegável onipresença dos produtos florestais no nosso cotidiano, desde os mais simples como o papel até nas estruturas de grandes construções. A esses produtos a sociedade incorporou ao longo da história valores materiais e não materiais, que vão dos símbolos de estética e qualidade, aos de habitação, de alimentação, de perfumaria, drogaria ou farmácia.

Em adição aos produtos oferecidos pelas florestas, vimos que as funções ambientais desempenhadas por elas contribuem de forma determinante para o equilíbrio ecológico do planeta. Esses serviços incluem desde o espaço privilegiado de diversidade biológica e de reserva genética até a purificação do ar e da água. Inclui ainda o seu papel na recuperação e melhoria dos solos para manutenção da qualidade da paisagem, impedindo sobremaneira a desertificação.

O valor da floresta não se resume somente nessa materialidade do ecossistema. A subjetividade que a floresta nos oferece é igualmente importante. As florestas constituem um importante patrimônio sociocultural, seja pela sua história ou pela sua característica paisagística. Nas florestas podemos encontrar além de árvores e plantas, ricas formas de vida animal e contornos geofísicos que formam um lugar de espetáculo da vida, seja pelo valor científico, material ou estético. Por essa diversidade estética e restaurativa, as florestas foram e ainda são igualmente fonte

fecunda e inesgotável de inspiração e criação artística para as pessoas, seja no artesanato, nas pinturas ou outras formas de criações artísticas.

Essa propriedade das florestas vem ganhando valorização crescente como um importante motivo de preservação dos espaços naturais. Vemos, portanto que as florestas passam de alguma forma a ser um espaço físico sempre transformado pela sociedade de modo que essa mesma sociedade passa a ver a floresta como um lugar que transcende a especificidade material para assumir a subjetividade necessária em nossas vivências (Ramos, 2001).

A floresta foi e ainda permanece como berço literal do ser humano, lhe dando alimento, fornecendo abrigo e utensílios. É da floresta de que se fez a embarcação que permitiu ao homem conhecer a extensão do seu mundo. Da floresta o homem também fez a primeira cruz para simbolizar as grandezas e as misérias, as injustiças e as heróicas renúncias desse mesmo mundo. Além desses produtos a floresta proporcionou talvez, o primeiro sentimento estético e nele acordou a primeira comoção mística. A floresta não raro repercurte como espaço de mistério, de forças ocultas e sentimentos paradoxais, excita a imaginação e o inusitado constituindo-se como fonte histórica que povoa nossos contos, lendas e crenças.

Desses sentidos pela íntima relação pessoa-floresta, surgiram representações simbólicas, saberes e práticas, religiões e mitologias; moldaram-se paisagens e desenvolveram-se manifestações artísticas que fizeram da floresta, junto da sua dimensão econômica e ambiental, um importante patrimônio social.

Entre tantas potencialidades tratadas neste livro, apresentamos as potencialidades ligadas ao recreio, lazer e turismo que possibilitam às pessoas e assumem importância crescente numa sociedade cada vez mais urbana. De modo geral, as pessoas que vivem nos ambientes estressantes das cidades, podem encontrar na e pela floresta um meio para se fortalecer e equilibrar suas energias físicas e mentais gastas pelo estilo de vida atual. A função social da floresta como espaço de lazer e turismo co-

meçou recentemente a fazer parte da agenda política florestal de muitos países e ser considerada como forma de preservação desse ecossistema.

A função social da floresta não é nova e além dos aspectos restaurativos em prol da saúde e bem-estar das pessoas que vivem em ambientes estressantes, a floresta oferece possibilidades de errância, termo usado por Fischer (s/d), para expressar a atividade de exploração e visitas temporária em espaços paisagísticos.

A vida de serviços nas organizações da sociedade industrializada, cumprindo longas jornadas de trabalho acabou gerando o estresse como uma característica onipresente das pessoas que vivem nas cidades. Para recarregar as energias gastas nesse estilo assoberbado de vida urbana, a floresta passou a ser um destino potencial para as pessoas fazerem o caminho de volta.

Antes de iniciar uma discussão relativa ao caminho de volta, ou da reaproximação do ser humano e natureza, é importante deixar claro o que se entende como Turismo e Lazer. Essas atividades são em última instância, uma forma contemporânea de justificar a reaproximação com o ambiente natural, tornando-o território social.

LAZER E TURISMO

O lazer apresenta-se como abstração teórica que possui elementos subjetivos (prazer, diversão e lúdico) e objetivo (tempo). Em outras palavras, o lazer inclui um estado de diversão que desencadeia um estado prazeroso ao praticante (Camargo, 2007; Bento, 2007). Mas o lazer não é um objeto, algo concreto que se pega em qualquer lugar. Na realidade o lazer se expressa por ações práticas, como o jogar, brincar, viajar, assistir e divertir, definidos como conteúdos culturais do lazer (Gutierrez, 2001; Dumazedier, 1974).

Nesse sentido, o lazer está presente numa atividade de turismo (Marcelino, 2003; Dumazedier, 1974), da mesma forma que o turismo é

uma forma de expressão do lazer (Lages & Milone, 2000; Trigo, 1993). Entretanto, nem todo lazer é turismo na sua essência. Já o turismo se destaca por ser uma atividade em que o indivíduo está em busca de lazer, bem-estar e satisfação (Debenetti, 2008; Bento, 2007; Bacal, 2003; Pires, 2002; Trigo, 2001). O turismo é então uma alternativa de lazer.

A definição clássica de lazer tem como premissa o conjunto de ações escolhidas pelo sujeito para diversão, recreação e entretenimento, num processo pessoal de desenvolvimento. O lazer funciona como uma válvula de escape para as pessoas poderem aproveitar seu tempo sem se preocupar com outras questões do cotidiano, que muitas vezes geram grande estresse. Dessa forma, o lazer efetiva-se no tempo livre que as pessoas dispõem. Nessa perspectiva o tempo livre é concebido como aquele tempo em que as pessoas podem ocupar do jeito que desejarem - legítima, legal e espontaneamente, após terem cumprido com suas obrigações profissionais e sociais (Debenetti, 2008; Dumazedier, 1973; Hourdin, 1970).

O acesso ao tempo livre, segundo essa visão, vincula-se ao tempo industrial e possui como principal característica o repouso, recuperação do trabalho e construção cultural. O interesse pessoal também é colocado, mas ocorreria após o sujeito libertar-se das obrigações impostas pelo trabalho profissional. Pelo caráter compensatório de outras atividades, o lazer seria um contraponto ao trabalho produtivo (Bento, 2007; Dumazedier, 1974).

Alguns estudiosos advertem, no entanto para o perigo de definir o lazer como oposição simples ao trabalho. Para evitar essa associação de compensação, o lazer seria mais bem definido por meio de suas funções, conhecidas como os “3Ds” = Descanso, Divertimento e Desenvolvimento” (Dumazedier, 1974, p. 34). O autor ainda sugere que o lazer seja entendido como um conjunto de ocupações às quais o indivíduo pode entregar-se de livre vontade, seja para repousar, divertir-se, recrear-se, entreter-se ou ainda para desenvolver suas informações ou

formação desinteressada, participação social voluntária, após livrar-se ou desembaraçar-se dos compromissos profissionais, familiares e sociais.

A Organização Mundial de Turismo sugere a definição de turismo como um *“conjunto de resultados de caráter econômico, financeiro, político, social e cultural, produzidos numa localidade, decorrentes da presença temporária de pessoas que se deslocam do seu local habitual de residência para outros, de forma espontânea sem fins lucrativos”* (Oliveira, 2001:36). Essa definição encontra uma incongruência, pois toda atividade de turismo tem uma dimensão econômica (Lage; Milone, 2000), com a produção de bens e serviços num dado contexto social. Vários estudiosos defendem que o turismo é multidimensional, ou seja, têm aspectos econômicos, políticos, sociais e culturais.

Sob o ponto de vista sociológico, o turismo possibilita ao ser humano a fuga de um cotidiano que traz exaustão física e mental (Krippendorf, 2003). Mesmo nesse caso a dimensão econômica está presente, tendo em vista o tipo de atividades que a pessoa pode usufruir a partir de suas posses orçamentárias. Infelizmente o turismo como tal não é uma atividade democrática, pois as desigualdades sociais impedem que todos tenham acesso ao mesmo rol de atividades turísticas. Apesar do lazer e do turismo serem vistos como necessidades básicas do indivíduo e não apenas um privilégio de uma minoria, este direito parece estar longe do ideal (Ribeiro & Higuchi, 2008; Debenetti, 2008; Medeiros, 1975).

O turismo não é uma atividade única e singular, ao contrário, é diversificado e diferenciado. A *“segmentação do turismo”* surge para atender diferentes interesses da clientela. A partir dessa condição o turismo passou a ser caracterizado de várias formas, tais como: cultural; gastronômico; náutico; maior idade; esportivo; ecológico, religioso, entre outros (Gomes, 1998; Krippendorf, 2003). Em resumo, o turismo reflete um contexto físico e social, seja dos grupos que o desenvolverão ou do objeto que caracteriza a atividade de turismo contida nela.

O AMBIENTE NATURAL COMO LUGAR DE TURISMO

É consenso que muitos lugares possuem potencialidades que provocam curiosidade e admiração nas pessoas. Por isso, uma determinada paisagem pode se tornar um elemento essencial para o turismo (Souza Júnior, 2005; Pires, 2002), dependendo de que aspectos serão retratados nela.

Quando a paisagem é o ponto central a ser enfatizado num contexto turístico, vamos ter fenômenos específicos que podem ser ativados. Esse lugar pode ser apenas um espaço para atividades de lazer ou se transformar em espaço para atividades de turismo sistematizado. Para que isso aconteça é necessário que se desenvolvam estudos sobre aspectos que poderiam ser otimizados para a atividade de turismo.

Qualquer espaço pode vir a ser objeto para o turismo, basta enquadrar a paisagem como um recurso extraordinário, cuja imagem (percepção) possa despertar emoções e motivações no observador (Souza Júnior, 2005; Higuchi, 2002; Rodrigues, 1997; Tuan, 1987). Como exemplo disso seria uma cachoeira cuja velocidade da água produz novas arquiteturas nas rochas e no reflexo do sol em determinadas horas do dia. Outro exemplo seria uma floresta onde se encontram árvores como a *Coccoloba* sp. Polygonaceae, cuja folha é reconhecida pelo Guinness Book como a maior folha do mundo.

A atividade turística é, de modo geral, uma atividade consumidora de espaços (Cruz, 2002) e que se apresenta como produto também de ações dos mais diferentes atores sociais através de suas práticas ou intencionalidades. Nesse sentido, o turismo se adapta bem a esse contexto ao valorizar as “belezas paradisíacas” ou “curiosidades” produzidas pela natureza, especialmente em regiões pouco habitadas e de difícil acesso (Oliveira, 2001; Guimarães, 2002). O aporte descritivo fornecido pela geografia e ecologia para selecionar locais destinados ao desenvolvimento do turismo tem permitido uma diversidade bastante grande, incluindo não apenas os cenários históricos das construções milenares e seus monumentos arquitetônicos, mas também os cenários naturais (Carlos, 2004; Barreto, 2003).

PRÁ SABER MAIS sobre a maior folha do mundo...

Árvore: *Coccoloba* | **Espécie:** *Polygonaceae*

Tamanho:

A árvore da *Coccoloba* sp. é pequena, porém suas folhas são imensas, chegando a medir 2 metros e meio de comprimento por 1,4 m de largura.

Onde foi localizada pela primeira vez:

Na Floresta Nacional do Jamari ao norte do estado de Rondônia. Essa espécie é encontrada nas margens de estradas e em matas secundárias e terra firme, sobre solo argiloso.

Curiosidade:

No INPA (Bosque da Ciência e Campus do V8) foram plantadas algumas árvores de *Coccoloba* sp. *Polygonaceae* para pesquisa e que podem servir como observação para visitantes.

A partir da década de 1970, o crescimento urbano e os embates sobre as ameaças à natureza, vêm produzindo uma mudança na forma de compreender a relação homem-natureza (Souza Júnior, 2005). Isso se encontra refletido nos encaminhamentos estipulados para o desenvolvimento da atividade turística que valoriza sobremaneira os aspectos naturais e suas transformações ao longo da história, frutos da influência dos mais diferentes atores sociais, como a própria impressão que as configurações paisagísticas deixam no imaginário do indivíduo, ou seja, lembranças que despertam a vontade de retornar a um lugar onde o ser humano ainda não modificou.

Falar em turismo é, pois um feixe complexo, uma vez que há várias formas de se fazer turismo, as quais nem sempre produzem mudanças espaciais (Andrade, 2004; Pires, 2001; 2002; D'Antona, 2001).

Com base nesse princípio de baixo impacto da atividade turística em ambientes naturais, surge uma valorização sem igual da paisagem, de forma a preservar sua característica “natural”.

Nesse contexto, diferentes ecossistemas se tornaram condicionantes paisagísticos muito procurados por uma parcela cada vez maior de turistas. As localidades rurais, as cavernas, as grutas, as unidades de conservação de uso sustentável, as florestas, ou seja, os ambientes naturais com pouca ou sem nenhuma ação antrópica, com todos os seus atributos geofísicos, despontam como mais um atrativo turístico ao fornecer uma possibilidade de encantamento e aventura a uma sociedade cansada da inquietude urbana.

A necessidade de buscar novas alternativas no uso do tempo livre, como escalar, dormir ao relento, fazer caminhadas, tomar banhos de cachoeiras, descobrir novos lugares, constatar produções evolutivas das espécies e outras atividades consideradas saudáveis, deu origem ao chamado turismo ecológico (Beni, 2003; Boo, 1995). Essa busca pela natureza se deve às necessidades de mudanças na rotina urbana. Em termos de trajetória histórica, seria trilhar um caminho de volta, uma aproximação à natureza.

DA CIDADE PARA A FLORESTA: UMA APROXIMAÇÃO NECESSÁRIA

Circular por lugares onde a natureza é mais pródiga tem sido um caminho de lazer percorrido, principalmente para as pessoas que vivem em grandes cidades. Esses deslocamentos caracterizados como viagens não tinham inicialmente uma definição genuína de lazer ou de turismo (Coriolano, 2003; Trigo, 2002; Matias, 2002; Beni, 2003). O que se chamava como *Grand Tour* ou *City Tour* difundido no século XVIII, era na verdade um termo usado para explicar “volta ou retorno”.

O turismo sistematizado foi introduzido como prática de distinção social, onde apenas os ricos tinham condição financeira

de viajar para lugares inusitados. A grande mobilidade e difusão do turismo aconteceu graças ao desenvolvimento tecnológico do século XIX (máquina a vapor, trem com vagão leito etc.) e século XX (transportes aéreos e comunicação). No entanto a informação e o deslocamento se restringiam aos que tinham mais recursos. Com a relativa democratização desses aspectos de mobilidade, o turismo foi ampliando sua dimensão de status econômico para uma dimensão de necessidade social, seja pela busca do ócio (Cruz, 2002) ou pela alternativa de restabelecimento do equilíbrio físico causado pelo cansaço das rotinas diárias (Bacal, 2003).

Essas atividades foram sendo mediadoras de transformações socioambientais. Contudo, se de um lado o turismo propiciou o desenvolvimento das localidades onde este se estabeleceu; por outro resultou em fortes alterações das características do ambiente devido à exaustão do uso dos espaços selecionados. Tal situação foi sendo notada e passou a ser foco de embates entre ambientalistas e gestores públicos. Mesmo que tardia essa preocupação com o equilíbrio ambiental está merecendo atenção especial no sentido de evitar os prejuízos impostos a muitos espaços de turismo natural que aconteceram a partir da ingenuidade de uma atividade mal organizada.

O ecoturismo emerge a partir de um enfoque preservacionista. É uma modalidade de turismo que estimula o lazer com responsabilidade social e ambiental, integração com a comunidade local e desenvolvimento de políticas **públicas** que possibilitem a preservação e a conservação do meio ambiente. Para ser considerado ecoturismo, é necessário haver uma interação da comunidade local com as atividades de conservação e uso sustentável dos recursos naturais e culturais.

ECOTURISMO: UMA ENTRE MUITAS MANEIRAS DE VALORIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA FLORESTA

O ecoturismo surge no final do século XX, em meio às discussões sobre o desenvolvimento sustentável. Agregado a essa modalidade, tem-se o

objetivo de criar uma nova forma de turismo em que as pessoas não apenas visitem espaços naturais, mas que se envolvam e participem das atividades locais de um determinado lugar.

Praticar o ecoturismo é realizar uma atividade turística de forma responsável, onde a proteção do patrimônio natural e cultural visitado é o foco principal.

Esses lugares devem se constituir em espaços de proteção e cuidado, além da formação de uma consciência ambientalista. Por isso, o ecoturismo e a educação ambiental estão intimamente ligados. Em ambas as situações a interação e participação do visitante, turista, educandos e comunidades locais devem interagir para que haja compartilhamento de saberes e práticas preservacionistas.

O ecoturismo é uma das mais prestigiadas modalidades de turismo desde o período histórico denominado de pós-fordista, onde se priorizava projetos de massa ou o turismo de massa. O ecoturismo passou a valorizar a qualidade, o trabalho personalizado, flexível e de qualidade (Coriolano, 2003). Trata-se de uma atividade turística para pequenos grupos, que atendem a estilos de vida aonde conservação do patrimônio natural é prioridade. De acordo com as Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo (1994), tais atividades, no Brasil, têm como objetivos:

- promover e desenvolver turismo com bases cultural e ecologicamente sustentáveis;
- promover e incentivar investimentos em conservação dos recursos culturais e naturais utilizados;
- fazer com que a conservação beneficie materialmente comunidades envolvidas, pois somente servindo de fonte de renda alternativa estas se tornarão aliadas de ações conservacionistas;
- ser operado de acordo com critérios de mínimo impacto para ser uma ferramenta de proteção e conservação ambiental e cultural;

■ educar e motivar pessoas, através da participação e de atividades, a perceber a importância de áreas natural e culturalmente conservadas.

As atividades de ecoturismo no Brasil ganharam destaque pelo fato de o país possuir grande biodiversidade e inúmeros atrativos naturais e culturais. Essas atividades, em sua maioria, são realizadas em Unidades de Conservação (UCs) estabelecidas no país, como Parques (Nacionais, Estaduais ou Municipais), Florestas Nacionais, Áreas de Proteção Ambiental e em RPPN's (Reserva Particular do Patrimônio Nacional).

Nas UCs de uso sustentável é possível, de acordo com a legislação vigente essa atividade. Permite-se, assim, a visitação e a realização de atividades voltadas para o turismo e para os esportes de aventura. São exemplos de atividades de ecoturismo: arborismo, trilhas, observação de pássaros, cicloturismo, espeleologia, entre outros.

Arborismo

Arborismo ou Arborismo é a travessia entre plataformas montadas no alto das copas das árvores, ultrapassando diferentes tipos de pontes e obstáculos. Essa atividade nasceu da necessidade dos biólogos e pesquisadores em estudar o dossel das florestas. Para isso adaptaram técnicas de montanhismo e técnicas verticais para escalar as árvores e criar meios para fazer travessias entre elas (Figura 1). Desta forma eles ganhavam tempo, não precisando descer de uma árvore e subir em outra diversas vezes em um dia.

Com o advento do ecoturismo, passou-se a adaptar estas técnicas com finalidade apenas de contemplação, com o uso de passarelas para percorrer o ambiente das copas. Não há um exato registro que documente quem começou com estas atividades, mas a Costa Rica é um país com tradição nas atividades de ecoturismo e aventura, principalmente usando árvores como recurso.



Figura 1: Prática de Arvorismo
Fonte: Carlos Fabio Souza, 2011.

Trilhas

Os caminhos tradicionalmente utilizados por determinadas comunidades para se locomoverem eram chamados trilhas. Seguir trilhas era literalmente percorrer caminhos feitos pelas pessoas numa determinada situação. Por exemplo, os recém-chegados colonizadores portugueses utilizavam os caminhos abertos pelos indígenas para alcançarem o interior do país.

A partir desse entendimento, as trilhas são caracterizadas como caminhos existentes ou estabelecidos, com diferentes formas, comprimentos e larguras, que possuam o objetivo de aproximar o visitante aos recursos do lugar ou conduzi-lo a um atrativo específico, possibilitando seu entretenimento ou educação através de sinalizações ou de recursos interpretativos.

Educadores costumam transformam as trilhas inicialmente utilizadas em um trabalho científico como recurso pedagógico e paisagístico (Figura 2).



Figura 2: Prática de trilha guiada
Fonte: Jayth Chaves Filho, 2011.

Observação de pássaros

A observação de pássaros ou birdwatch, como é chamada em inglês, é uma modalidade recente e cresce a cada ano. Dados dos Estados Unidos dão conta do aumento da procura por esse tipo de prática, tornando-se um mercado promissor.

Observar pássaros pelo Brasil pode ser uma novidade interessante de opção de férias. A Floresta Amazônia abriga uma grande diversidade de aves e por isso tem sido um destino muito procurado pelos turistas para essa finalidade.

Pesquisas apontam que há milhares de aves na floresta da Amazônia e entre as muitas espécies de aves já catalogadas no mundo, aproximadamente 3.100 estão na América do Sul. Destas, mais de 1.822 aves estão no Brasil incluindo as migrantes do hemisfério norte e do sul. Somente no estado do Amazonas foram catalogadas mais de 800 diferentes espécies de aves, habitando os mais diferentes ambientes (Omena Júnior e Bernardino, 2003, 1999).

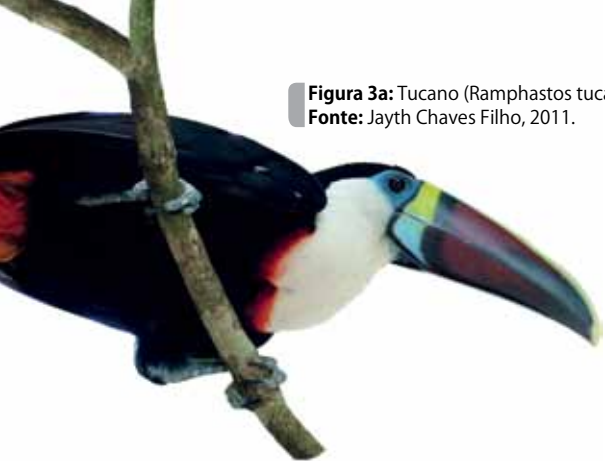


Figura 3a: Tucano (*Ramphastos tucanus*)
Fonte: Jayth Chaves Filho, 2011.



Figura 3b: Galo da serra (*Rupicola rupicola*)
Fonte: Amazonastur, 2011.

As alterações de cheia e vazante dos rios certamente provocam alterações no comportamento de muitas espécies, por influenciar no aumento e na diminuição da oferta alimentar, nestas épocas (Omena Júnior; Bernardino, 2003, 1999). Assim, enquanto muitas aves deslocam-se daqui para outras regiões, outras chegam provenientes de outros continentes, o que torna esta região muito interessante para os amantes da natureza e principalmente para os observadores de pássaros. Entre as mais belas aves estão o tucano (*Ramphastos tucanos*); o galo da serra (*Rupicola rupicola*), o gavião-real (*Harpya harpyja*) e muitos outros (Figura 3a, 3b, 3c).

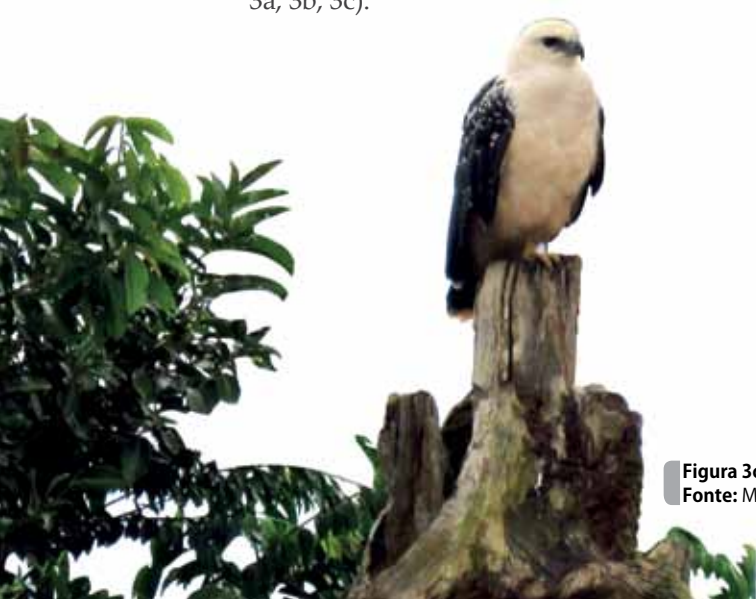


Figura 3c: Gavião real filhote (*Harpia harpyja*)
Fonte: Maria de Nazaré Lima Ribeiro, 2010.

Cicloturismo

O cicloturismo se realiza a partir do deslocamento com bicicletas em lugares diversos. É uma maneira saudável, econômica e ecológica de viajar, apesar do viajante estar desprotegido das intempéries ambientais. É justamente essa possibilidade de vivenciar uma indescritível sensação de liberdade associada ao contato direto com a natureza, que o cicloturismo tem se destacado como uma atividade em expansão entre os mais jovens.

É um tipo de viagem não poluente, econômica e solitária, mas possibilita a conquista de espaços e vivências profundas com o contexto físico e social por onde se percorre. O tempo e a forma de deslocamento permitem paradas para contemplação da natureza em lugares que possivelmente não se pode chegar a não ser por este meio de transporte.

Espeleologia

A espeleologia é o estudo das cavidades naturais do solo e subsolo, como as grutas e cavernas e fontes. As cavernas historicamente se constituíram as primeiras formas de abrigo para as pessoas e desde então contém informações e simbologias diversas. Escondidas, muitas vezes, em meio às florestas densas, as cavernas são locais que aguçam a curiosidade seja como objeto de pesquisa científica ou ambiente de turismo e lazer.

Amparada pelas belezas únicas e raras encontradas em seus ambientes, as cavernas, grutas e fontes tornaram-se fortes candidatas a espaço de visitação. As cavernas possuem um alto potencial educativo o que se enquadra no perfil do ecoturismo, uma vez que o mesmo trata de uma modalidade de turismo cujos objetivos são a preservação e conservação do patrimônio natural e cultural. As cavernas são, portanto, interessantes locais de visitação, lugares propícios para o desenvolvimento do ecoturismo uma vez que comportam belezas que fascinam as pessoas.



Figura 4: Caverna do Maruaga – Presidente Figueiredo/AM
Fonte: Jayth Chaves Filho, 2011.

Embora rochas não sejam tão abundantes no Amazonas, algumas áreas foram dotadas de formação de grutas e cavernas como as de Presidente Figueiredo – AM. Essas grutas e suas fontes de água sobressaem pela beleza, atraindo o interesse cultural de visitante do mundo inteiro (Figura 4).

ECOTURISMO: GERAÇÃO DE RENDA, EDUCAÇÃO E CONSERVAÇÃO

Como outras atividades de turismo, o ecoturismo não é isento de riscos ou ameaças. Dessa forma, um estudo desses condicionantes pode ser decisivo no sucesso da atividade. Para isso, a comunidade receptora deve conhecer e debater os riscos presentes e futuros dessa atividade a fim de minimizar efeitos indesejáveis. Mais do que uma simples abertura ao exterior, com o turismo as comunidades enfrentam uma série de desafios para os quais, muitas das vezes, não estão preparadas.

O ecoturismo, sem dúvida é uma fonte de geração de renda para as comunidades locais, além de contribuir para preservação e conservação desses ambientes. Há um aspecto importante nessa forma de geração de renda: a indissociável preservação do ecossistema tendo em vista que é a manutenção do mesmo que favorece esse ganho. Mas é importante que esse não seja mais um objetivo inócuo, isto é, preservar para ganhar dinheiro. Na verdade a ética preservacionista deve ir mais longe e incorporar a noção de que a sociedade pode ter melhor qualidade de vida sem destruir o ambiente e seus recursos.

Considera-se, portanto, que o ecoturismo pode proporcionar à população local a ajuda econômica, oferecendo-lhes oportunidades de trabalho como guia de turismo locais, recepção nas pousadas, operação de veículos de mobilidade nos percursos locais (motoristas, *piloteiros*, escaladores etc.), artesãos, gastrônomos entre tantas outras possibilidades. Estes trabalhos fornecem um fluxo de rendimento relativamente superior ao que receberia com a venda dos produtos agrícolas no mercado. Diz-se com isso que há uma renda agregada ao produto oferecido.

Embora o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) autorize a atividade de ecoturismo em UCs de Uso Direto, essa atividade ainda precisa muito empenho para ser concebida e praticada na sua essência. Por um lado os gestores não encontram subsídio para essa atividade e por outro, a população local desconhece ou não percebe o quanto aquele espaço natural pode ser atrativo àqueles que vivem em cidades.

Esses problemas foram constatados em algumas Unidades de Conservação (Resex¹ e Flonas)¹ no Amazonas. No ideário dos moradores locais o turismo é uma atividade desejada, mas poucos conseguem perceber que a riqueza rústica e exótica da floresta pode ser um grande atrativo à sociedade externa. Ao considerarem o ecoturismo como alternativa de empreendedorismo, os moradores locais costumavam justificar que isso

1 Resex – Reserva Extrativista; Flona – Floresta Nacional

não seria possível sem uma infraestrutura hoteleira como a que existe nas cidades. Em outras palavras, acreditam que os turistas se recusariam a vir nessas localidades sem o conforto de um hotel, com água quente, energia, acesso a internet e alimentação própria dos centros urbanos. É visível que esses moradores pensam num modelo urbanizado de patrimônio construído e desvalorizam a natureza exuberante que têm na localidade assim como a aventura que o turista poderia desfrutar nesse ambiente amazônico (Higuchi, *et al.*, 2008; 2009; 2010).

Para que esse modo de pensar e agir seja transformado resgatando os valores dessa regionalidade e modo de vida local, é necessário programas educativos de formação e de capacitação para a atividade de turismo ecológico. O que os moradores locais possuem em abundância está ausente no cotidiano dos cidadãos. Com processos educativos o morador local poderá incorporar um novo olhar, novas percepções sobre seu ambiente e a partir disso agregar valores às potencialidades do lugar e na vida social como um produto da atividade turística.

Alguns moradores, no entanto têm a percepção de que o ecoturismo é uma maneira de conservar a natureza, mas não conseguem visualizar de que maneira eles poderiam utilizar-se dessa riqueza ambiental em benefício próprio e ao mesmo tempo conservar o patrimônio natural. Por isso, é necessário políticas públicas que possam intervir educacionalmente e resgatar o valor desses cenários, identificando que a riqueza do local está justamente nesse patrimônio natural e na rusticidade da atividade proposta. Apesar de ser um longo caminho de formação, isto é possível e altamente significativo social e ambientalmente.

A consolidação do ecoturismo está diretamente associada à formação dos grupos de interesse direto nessa atividade. Por isso, o genuíno ecoturismo tem implícito o processo de educação ambiental para todos os moradores da proximidade (crianças, jovens, adultos, idosos) de modo que persistam na busca de uma atividade sustentável. Entretanto, para ser sustentável o ecoturismo exige um planejamento

cuidadoso e orientações firmes. O ecoturismo, quando realizado de maneira sustentável, pode ser instrumento vital de melhoria da qualidade de vida das populações locais e preservação ambiental. Essa atividade não se restringe às áreas legalmente protegidas. Ao contrário, a iniciativa privada pode também encontrar no ecoturismo um bom negócio.

O ecoturismo pode, dessa maneira, ser mediador da conservação da floresta. No sistema social vigente a economia é o eixo mais importante nas relações entre grupos. O problema não está no aspecto econômico em si, mas na exclusividade dada a esse aspecto. Acredita-se que os aspectos ambientais e sociais são tão importantes quanto os aspectos econômicos. Em outras palavras, proteger as florestas é mais lucrativo do que devastá-las, mas também possibilita um equilíbrio ecológico necessário para as necessidades humanas. Da mesma forma, áreas florestais podem com a presença de turista e a devida gestão, estarem protegidas contra ocupações irregulares e a exploração criminosa.

Vamos apresentar um exemplo sobre a floresta, turismo e conservação que foi estudado a partir de uma área de proteção florestal na cidade de Manaus. Esse exemplo nos mostra formas de pensar e agir que estão presentes numa determinada população e que se torna elemento de orientação nas práticas de (não) preservação.

A Reserva Florestal Ducke, por exemplo, constituída por uma área típica de terra firme, com 10.000ha, pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), foi criada para servir a princípio como área de pesquisa e conservação do ambiente natural pela característica de sua floresta, as inúmeras nascentes hídricas e fauna exuberante (Ribeiro, 2005; Ribeiro & Higuchi, 2008). No entanto, por sua proximidade com a área urbana de Manaus, grande parte da face Sul e Norte e uma pequena parte da face Oeste da reserva florestal, encontravam-se coladas a bairros densamente povoados.

Para assegurar sua relativa integridade, em 2004 foi cedida uma faixa de 500m por 10 km nas bordas sul e oeste para a Prefeitura

Municipal de Manaus para a criação do Jardim Botânico de Manaus, onde há uma sede construída para abrigar atividades socioambientais, lazer e turismo (Ribeiro & Higuchi, 2008; Ribeiro, 2005). Esta e outras atividades foram determinantes para a preservação da Reserva Florestal. Embora o Jardim Botânico tenha sido um espaço destinado ao lazer e turismo, ainda há muito a avançar tanto no arranjo da paisagem quanto na formação da população local.

Embora a população tenha autorização para adentrar somente na área destinada ao Jardim Botânico, isso não condiz com a realidade, pois é comum encontrar grandes grupos de moradores adentrando no espaço proibido (Ribeiro e Higuchi, 2008; Ribeiro, 2005). A utilização dos igarapés límpidos no interior da Reserva Ducke é um atrativo sem igual àquela população que tem poucas alternativas de recreação. Para chegarem a esses lugares de beleza rara os moradores, principalmente adolescentes e jovens caminham aproximadamente uma hora floresta adentro, percorrendo trilhas perigosas. Segundo informação da fiscalização ambiental do INPA, de segunda a sexta-feira, os adolescentes frequentam o local, porém em menor quantidade que nos finais de semanas e feriados (Ribeiro e Higuchi, 2008; Ribeiro, 2005).

Mais recentemente, em janeiro de 2009, o Governo do estado do Amazonas passou a abrigar num espaço de 100 hectares dessa área, o Museu da Amazônia (Musa) que se propõe a desenvolver inúmeros projetos com uma proposta socioambiental de preservação ambiental. O Musa pretende, de acordo com o site (<http://www.museudaamazonia.org.br>, acesso em 28/06/2011), construir um complexo de atrações museológicas e museográficas, tendo o cenário da floresta e seus elementos constituintes como atração principal. Os gestores têm em mente produzir um espaço para educação e conhecimento e convivência com a natureza. Como podemos notar a floresta entra em cena como personagem principal dessa atividade turística.

O fascínio científico pelas características ecológicas das florestas, associado ao grande prazer na descoberta estética desse ecossistema

através de visitas dirigidas, pode, no final despertar a “magia” presente nesta experiência e desencadear nas pessoas o sentimento de conservação ou preservação (Neiman, 2001; Pellegrini, 2000). Porém, o caminho a percorrer nesse sentido é longo, mas acredita-se que a associação do turismo à floresta seja uma das estratégias bem sucedidas de preservação ambiental.

RESUMINDO

As idéias aqui apresentadas não encerram o assunto sobre a floresta como espaço de lazer e turismo. Isto vai muito além, pois o espaço florestal é atualmente cada vez mais solicitado para usufruto de atividades de lazer e turismo. Trata-se de uma demanda da sociedade atual que tem registrado um significativo incremento nas últimas décadas.

Associado ao turismo a floresta pode se constituir como espaço conjugado de proteção e valorização socioambiental. O crescimento urbano desmedido e não planejado tem contribuído no agravamento dos embates sociais e pressionado a existência da floresta como parte de um mundo necessário para nossa própria existência. O turismo pode se consolidar como uma alternativa de reencontro da sociedade com a floresta, como lócus de uma vida mais equilibrada e justa.

O ecoturismo se apresenta como uma modalidade de turismo que estimula o lazer com responsabilidade social e ambiental, integração com a comunidade local e desenvolvimento de políticas públicas que possibilitem a preservação e a conversação da floresta sem desconsiderar as populações que vivem nela e fazem dela um espaço de vida singular.

A floresta amazônica se caracteriza como espaço de potencialidades de aproveitamento em termos turísticos, em virtude do seu patrimônio físico e sociocultural. Nesse aspecto surge, de forma clara, uma procura de espaços naturais carregados de tradição e de aspectos genuínos que satisfaçam e promovam a alegria, o entretenimento, o

conhecimento, a contemplação e o cuidado ambiental. Contudo, muito se tem a fazer, não apenas no sentido da implementação dessas estratégias relativas a atividade de ecoturismo, mas também ao conhecimento do ecossistema e sua capacidade de suporte para visitas e permanência de turistas.

A floresta amazônica, nesse sentido se apresenta como lócus onde emergem “novas” vocações que, ligadas por meio de seu patrimônio natural e histórico-cultural, tendem a dinamizar estes espaços e a dotá-los de novas atratividades e proteção. Estas vocações estão ligadas de forma crescente às atividades turísticas, nas suas múltiplas formas, que vão da contemplação aos desportos radicais, possibilitando a manutenção de atividades tradicionais, incremento da população e de serviços.

Os agentes públicos e privados, com destaque para os primeiros, têm responsabilidade acrescida no uso, ocupação e promoção deste ambiente e seus recursos, cujo uso seja racional e sustentável. Torna-se necessário o desenvolvimento de iniciativas, que dêem a conhecer as diversas potencialidades destas regiões, promovam o seu espaço, a sua cultura e economia, reclamem um modelo de desenvolvimento que reconheça os problemas estruturais e apelem para uma visão atenta de cuidado, de valorização da floresta, que continua a ser um verdadeiro reservatório natural e sociocultural.

Em suma, o lazer e o turismo em espaços florestais são ainda atividades exploradas de forma incipiente e incompleta, constituindo-se uma economia em construção relativamente lenta, em virtude das políticas públicas pouco investirem nesse setor, cuja gênese pode ser genuinamente ecológica e socialmente justa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, J.V. 2004. *Turismo: Fundamentos e dimensões*. Autêntica, Belo Horizonte.

Bacal, S. 2003. *Lazer e o universo dos possíveis*. Editora Aleph, Rio Claro.

Barreto, M. 2004. *Manual de iniciação ao estudo do turismo*. 13ed. Papirus, Campinas.

Beni, M.C. 2003. *Análise Estrutural do Turismo*. 8 ed. SENAC, São Paulo.

Bento, M. 2007. Trabalho ou lazer? <http://www.apagina.pt/arquivo/Artigo.asp?ID=2584>. Acesso em 25/05/2011.

Boo, E. 1995. O Planejamento ecoturístico para áreas protegidas. In: Lindenberk K. e Hawkins, D.E. (Orgs.). *Ecoturismo um guia para planejamento e gestão*. SENAC, São Paulo.

Camargo, L.O.L. 2003. *O que é lazer*. 13. ed. Brasiliense, São Paulo.

Carlos, A.F.A. 2004. *O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade*. Contexto, São Paulo.

Coriolano, L.N.M. T. (Org.). 2003. *O Turismo de inclusão e o desenvolvimento local*. FUNECE, Fortaleza.

Cruz, R. 2002. *Política de Turismo e Território*. 3.ed. Contexto, São Paulo.

D'Antona, A.O. 2001. Turismo em Parques Nacionais. In: Funari, P. P. e Pinsky J. (Org.). *Turismo e patrimônio cultural*. Contexto, São Paulo.

Debenetti, V.E.S. 2008. Passeio de trem Maria-Fumaça: um exemplo de turismo cultural e de lazer. Estudo das percepções dos turistas. *CULTUR – Revista de Cultura e Turismo*, ano 2, n. 0, Jan.

Dumazedier, J. 1974. *Sociologia empírica do lazer*. SESC, São Paulo.

Fischer, G. s/d. *Psicologia social do ambiente*. Instituto Piaget, Lisboa.

Gomes, E. 1997. *Recortes de paisagens na cidade do Recife: uma abordagem geográfica*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo/ Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/ Departamento de Geografia, São Paulo.

Guimarães, S.T.L.; Hamilton, C. (Eds.). 2001. *Percepção Ambiental: A interdisciplinaridade no estudo da paisagem*. Editora Aleph, Rio Claro.

Guimarães, S.T. 2002. Percepção ambiental e conservação de recursos paisagísticos em áreas de turismo rural e ambiental. In: Ferreira, Y.N. (Org.). *Construção do saber urbano ambiental a caminho da transdisciplinaridade*. Humanidades, Londrina.

Gutierrez, G.L. 2001. *Lazer e prazer: questões metodológicas e alternativas políticas*. Autores Associados, chancelaria editorial CBCE, Campinas, SP.

Higuchi, M.I.G. 2002. Psicologia Ambiental: Uma introdução às definições, histórico e campos de estudo e pesquisa. *Cadernos Universitários* - 049. Ed.ULBRA, Canoas.

Higuchi, M.I.G.; Ferraz, T., R.; Ribeiro, M.N.L.; Silva K. 2008. Vida Social das Comunidades da Resex Auati Paraná em Fonte Boa-AM. *Relatório Técnico*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Laboratório de Psicologia e Educação Ambiental/LAPSEA, Manaus.

Higuchi, M.I.G.; Bruno, A.C.; Santos, C.H.F.; Gomes, V. 2008. Vida Sociambiental das Comunidades da Resex Capanã Grande em Manicoré-AM. *Relatório Técnico*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Laboratório de Psicologia e Educação Ambiental/LAPSEA, Manaus.

Higuchi, M.I.G.; Ribeiro, M.N.L.; Santos, C.H.F.; Theodorovitz, J.I. 2009. Vida Socioambiental das Comunidades das Comunidades da Flona Pau Rosa em Maués-AM. *Relatório Técnico*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Laboratório de Psicologia e Educação Ambiental/LAPSEA, Manaus.

Hourdin, G. 1970. *Uma civilização nos tempos livres*. Moraes, Lisboa.

Krippendorff, J. 2003. *Sociologia do turismo*. Civ. Brasileira, Rio de Janeiro.

Lage, B.; Milone, P.C. 2002. *Turismo – Teoria e Prática*. Atlas, São Paulo.

Marcelino, N. C. 2003. *Lazer e humanização*. 2 ed. Papirus, Campinas.

Matias, M. 2002. *Organização de eventos: procedimentos e técnicas*. 2ed. Manole, Barueri.

Melo, V.A.; Alves Junior, E.D. 2003. *Introdução ao lazer*. Manole, Barueri.

Medeiros, E.B. 1975. *O lazer no planejamento urbano*. 2ed. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

Oliveira, A. 2001. *Turismo e desenvolvimento: planejamento e organização*. 3ed. Atlas, São Paulo.

Omena Júnior, R.S., Bernardino, F.R. 2003. *Birds of Amazonia: The Birdwatcher's Guide*, V.1. Escala, São Paulo.

Omena Júnior, R. S.; Bernardino, F. R. 1999. *Aves da Amazônia: Guia do Observador*. Manaus: Paper, v.1.

Neiman, Z.; Rabinovici, A. 2001. A Floresta como instrumento para a educação ambiental em atividades de ecoturismo. *Cadernos de Resumos ECOTOUR*, n 1, , setembro, p. 14 - 16.

- Pellegrini, A.F. 2000. *Ecologia cultura e turismo*. 5ed. Papirus, Campinas.
- Pires, P. S. 2003. *Lazer e turismo cultural*. SENAC, São Paulo.
- Pires, P.S. 2002. *Dimensões do ecoturismo*. SENAC, São Paulo.
- Ramos, C. A. 2001. *A Importância das Florestas em Pé na Amazônia*. IPAAM, Manaus.
- Ribeiro, M.N.L.; Higuchi, M.I.G. 2008. Percepções sobre turismo, Lazer e Conservação Ambiental: um estudo com moradores do entorno de uma reserva florestal urbana. *Revista Eletrônica, Turismo em Análise*. 19(3): 472-487.
- Ribeiro, R.P.; Uva, J.S.; Borges, J.G. 2001. *Recreio e turismo associado ao espaço florestal*. Instituto Superior de Agronomia, Depto de Engenharia Florestal, Tapada da Ajuda, Lisboa.
- Ribeiro, M.N.L.; Santos C.H.F.; Theodorovitz, J.I.; Martins, H.; Higuchi, M.I.G. 2008. Além dos Muros da Escola. *Relatório Técnico*, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Laboratório de Psicologia e Educação Ambiental – LAPSEA, Manaus.
- Ribeiro, M.N.L. 2005. *Percepções sobre Turismo e Lazer de moradores vizinhos a uma área Florestal urbana: a Reserva Ducke-Manaus-Am*. Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Rodrigues, A. 1997. *Turismo e espaço: rumo a um conhecimento transdisciplinar*. Hucitec, São Paulo.
- Souza Júnior, X. 2005. Turismo e espaço: uma leitura geográfica da interferência da atividade turística no processo de (re)organização

sócio-espacial do município de João Pessoa-PB. *Scripta Nova Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Vol IX, 194 (116).

Trigo, L.G.G. (Orgs.). 2001. *Turismo, como ensinar como aprender*. Ed. SENAC, São Paulo.

Tuan, Y.F. 1980. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*. DIFEL, São Paulo.



Foto: Arquivos LAPSEA/INPA

A educação ambiental permite reflexões e ações que nos levam ao (re)estabelecimento de laços de pertencimento a esse mundo natural das florestas, que sempre esteve presente dentro de cada humano.

A floresta amazônica como objeto de formação de docentes em educação ambiental

Genevra Chagas de AZEVEDO
Maria Inês Gasparetto HIGUCHI

Introdução

No cenário amazônico, parece ser consenso (por tudo que já foi abordado ao longo deste livro) que a floresta amazônica é um bioma estratégico de conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais que ela proporciona, além de ser o *locus* da sociodiversidade histórica de modos de vida e de práticas etnoculturais dos assim chamados povos da floresta. Acreditamos que a floresta como objeto de estudo e conhecimento pode ser caracterizada como meio de formação de docentes em educação ambiental.

Como toda essa realidade florestal pode ser trazida pelos educadores na formação de uma nova sociedade?

A trajetória da educação formal é mediada pela escola e esta é um dos retratos mais privilegiados da diversidade e complexidade das relações sociais que ocorrem no âmbito da sociedade. E por essa razão, os debates que ocorrem dentro dela são produzidos e ressignificados pelos atores sociais que nela interagem e convivem cotidianamente.

Tendo esses pressupostos como base de nossa compreensão da escola como lugar da educação formal, convidamos você leitor(a) para refletirmos juntos o que do “mundo florestal” traz de desafios para o “mundo da escola”, e particularmente, para o “mundo da formação docente” e que desafios para a formação essa aposta traz para os(as) professores(as) e instituições envolvidas.

O QUE DO “MUNDO FLORESTAL”

Vimos em capítulos anteriores o quão complexo são as formas de vida e de relações que ocorrem e interagem na floresta amazônica. Mas o que desse “mundo florestal” pode ser interessante para a escola? Diferente do que vimos até agora, há outras formas de ver a floresta que não podemos desconsiderar nessa discussão.

Uma imagem de floresta que nos vem à mente que é aquela muito fortemente influenciada pela mídia que é a de muitas árvores juntas, mais ou menos do mesmo tamanho, cortadas por rios, todas parecidas e que parecem fazer parte de um cenário muito distante de nossas vidas/escolas.

Também é comum associar a floresta com a figura do indígena vivendo harmoniosamente com a floresta. Sabemos que há inúmeros povos indígenas, com suas línguas, tradições e culturas específicas convivendo com outros grupos sociais (caboclos, ribeirinhos, pescadores, fazendeiros etc.), entre harmonia e conflitos próprios das formas diferenciadas de compreender e se relacionar com a floresta.

Para um engenheiro florestal, por exemplo, a árvore é um indivíduo geneticamente diverso em processo de desenvolvimento e mudanças, que responde de várias maneiras as flutuações do clima e microclima, à incidência de insetos, fungos e outros parasitas, às outras interações e, particularmente, às mudanças ao redor dela, portanto, um mundo de interações e relações (Higuchi *et al.*, 2009, p.32).

Pelo potencial da biodiversidade da floresta amazônica, o Brasil tem feito parte de diferentes acordos internacionais que envolve as florestas, como a Convenção sobre Diversidade Biológica, a Agenda 21 e os Princípios sobre Florestas - adotados na Conferência do Rio, de 1992. Além disso, podemos enumerar as ações recomendadas no âmbito do Foro das Nações Unidas sobre Florestas, entre outras ações que o coloca como protagonista nesse debate.

Em todos esses aparatos políticos a floresta amazônica aparece como “moeda de troca”, ainda que esta seja bastante desconhecida e carecendo de um maior aprofundamento sobre as responsabilidades dos diferentes setores da sociedade sobre ela. As políticas governamentais mundiais e brasileiras mais recentes têm priorizado ações que integram, promovem e criam mecanismos que primam pela sustentabilidade socioambiental, privilegiando o ordenamento territorial e valorizando a “floresta em pé”. Apesar dos conflitos de interesses, significados e interpretações que tal proposição admite, parece mesmo ser um consenso que seguir nos padrões de consumo tradicionais exigiria muitos outros planetas Terra.

Diante dessa impossibilidade, parece não haver outra saída a não ser encontrar alternativas de melhor usar os recursos da natureza, que são finitos e são base de nossa sustentação. Não se pode negar que o potencial de mitigação do setor de florestas, por meio de medidas como redução do desmatamento, gestão de florestas, reflorestamento e utilização de sistemas agroflorestais difere grandemente em função do tipo de atividade, região, sistemas limítrofes e o horizonte de tempo nos quais as opções são comparadas.

As polêmicas e interesses que envolvem o setor de florestas (especialmente a madeira), que advêm do desmatamento e os interesses e necessidade de terras para a agricultura em larga escala, criação de gado, entre outros, parecem nos informar um gargalo que pode ser atenuado com a aprovação do Novo Código Florestal. O Código Florestal em trâmite no parlamento ainda gera debates intermináveis, pois o mesmo fica entre a proteção legal das florestas e a permissão de desmatamento legal com fins agriculturáveis, sejam estes da agricultura familiar ou dos grandes ruralistas.

As leis de proteção às florestas criadas nos últimos governos tiveram a proposição de ser um mecanismo de combate aos desmatamentos ilegais e respeito à natureza. Até o momento, mais de 85 mil quilômetros quadrados foram destinados para Unidades de Conservação (UC). Com as novas UCs, a área protegida na Amazônia

chega a 390 mil quilômetros quadrados, apenas em reservas federais, o que equivale à soma das áreas da Itália e Portugal, aproximadamente.

A política governamental mais recente tem priorizado ações que integram e promovem o desenvolvimento sustentável, ainda que este termo possa carregar vários significados e interesses, privilegiando o ordenamento territorial e valorizando a floresta em pé. Uma das formas de alcançar tais objetivos é por meio do Manejo Florestal. Só para lembrar, esta é a parte da ciência florestal que trata do conjunto de *princípios, técnicas e normas*, que tem por fim *organizar* as ações necessárias para *ordenar* os fatores de produção e *controlar* a sua produtividade e eficiência, para alcançar objetivos definidos (Higuchi e Higuchi, 2004).

O princípio básico é o de compreender que a floresta contém muito mais que árvores e o seu potencial representa muito mais do que madeira. Os sistemas silviculturais devem ser adequados para a floresta amazônica, e a maneira como é feita a extração da madeira é fundamental, da mesma forma que outros produtos não madeireiros.

E por que manejar as florestas?

A exploração desordenada pode levar ao desaparecimento das florestas. E desaparecendo as florestas, várias outras relações e interações ecológicas também desaparecerão, a paisagem mudará; os vários modos de vida das populações humanas também; e alternativas outras terão que ser criadas para substituir o que a floresta produz para si mesma e para todos os demais seres vivos que dela dependem.

Com o manejo da floresta a maior parte da cobertura florestal original se conserva na área, garantindo assim, a preservação das espécies vegetais e animais. Da mesma forma, essa cobertura florestal contribuirá para a manutenção do ciclo hidrológico e outros serviços ambientais que a floresta pode oferecer.

Haverá ainda a garantia da continuidade da produção madeireira, uma vez que causa menos danos que a exploração convencional/predatória, pois esta abre clareiras no meio da floresta, esgota os recursos e migra para novas áreas, causando mais desmatamentos.

As técnicas de uso e proteção florestal estão associadas aos significados que a floresta tem para nós humanos.

Já sabemos que a floresta é uma das principais fontes de recursos naturais (alimentos e outros produtos), mas esta fornece também serviços ambientais (estabilidade do clima, manutenção das chuvas, armazenamento de carbono nas árvores, conservação da biodiversidade). Tanto os recursos quanto os serviços florestais são de extrema importância.

Sabemos também, como foi exposto nesse livro, que além desses aspectos biológicos e econômicos, existem os aspectos socioculturais que distinguem os povos que dela vivem e fazem sua história.

Essa visão de coexistência tem seu valor porque somos nós que damos sentidos e significados à floresta. Considerando que estamos imbricados nessa “teia da vida”, não podemos compreendê-la dissociada de nossa existência e da valorização que fazemos dela.

Resumindo: Esse “mundo florestal”, é um complexo físico, químico, biológico/ecológico que envolve interesses econômicos de grupos sociais, governos e empresas. Nas últimas décadas temos nos dado conta da necessidade de uma nova ética e filosofia de cuidado e de respeito, mas para isso não podemos nos esquecer de que “as florestas têm linguagem própria, e que cabe a nós a interpretação dos seus sinais” (Niro Higuchi – comunicação pessoal, 2007).

E como esse mundo tão diverso entra no mundo da escola?

O QUE DO “MUNDO ESCOLAR”

O “mundo escolar” também tem suas complexidades, limites e possibilidades, tem seus próprios objetos de preocupações inerentes ao seu modo de operar na sociedade. Tais modos envolvem todos os atores sociais que compõem cada organização escolar e todas as decisões que esta faz para contribuir na formação dos cidadãos do agora e do futuro.

Existe uma única educação formal? Uma única escola? Certamente que não, embora historicamente tenhamos trabalhado com a ideia de igualdade, de uma escola para todos. O que pareceu ser um valor democrático, também se mostrou propício para a exclusão e evasão.

Os professores e professoras, público-alvo deste livro são sabedores das dificuldades do ofício de ensinar, mas também são testemunhas dos sucessos alcançados. O modo como a escola está organizada pedagogicamente, indica o que é valorizado social e historicamente.

Essa mesma organização orienta o que deve ser transmitido, quais disciplinas, como devem ser trabalhados os conteúdos das mesmas, quais tempos são previstos para isso, qual a carga horária que deve ser cumprida. Enfim, existe uma macro organização, uma hierarquia que deve ser respeitada e que fazem a escola funcionar. Isso é ruim? Isso é bom? Quem é que sabe?

Se aumentarmos as lentes de nossas lupas, vamos observar que **em cada cotidiano escolar**, em cada sala de aula, em cada corredor ou pátio, no vai e vem de alunos no serviço de orientação, em cada entrada na sala da direção, em cada sala dos professores, **muitas vivências e trocas são compartilhadas.**

Por outro lado, o entusiasmo daquele(a) professor(a) iniciante ou daquele(a) que já tem vinte e cinco anos de docência, mas age e fala como se estivesse iniciando, anuncia que a educação se recria, que a escola se transforma e encontra outros caminhos possíveis. Se adentrarmos numa sala de aula, quantos desafios: classe lotada, alunos desmotivados, conteúdos dado às pressas; mas também encontramos alunos sentados fazendo tarefas, pintando, debatendo, questionando.

É nesse aparente caos que sujeitos reais, de escolas reais encontram suas formas de fazer desse lugar concreto e simbólico, um espaço de convivência e de busca de conhecimentos. Para muitos alunos, talvez seja o lugar apenas da “merenda”, da brincadeira, da fuga de sua realidade sofrida; para outros, a esperança de um futuro melhor, de qualificação para o trabalho ou degraus a vencer para adentrar na universidade. Para o(a) professor(a) pode ser o seu “ganha-pão”, a sua escolha, o seu “bico” ou a sua aposta em sua realização profissional. Bem que poderia ser simples assim, mas não o é.

Os(as) professores(as) convivem com inquietações e contradições pelo sentimento de impotência diante de um sistema social que não reconhece a educação como base de transformação da sociedade. Isso pode gerar movimentos diversos, seja acomodação ou participação e mobilização nas reivindicações.

Resgatando a proposta inicial desse capítulo, parece que os “mundos da floresta e da escola” estão muito distantes. Talvez até estejam, o da floresta parece ser o natural, o do interior, o distante. O mundo da escola parece ser o modificado, o da cidade, o próximo das pessoas. No entanto, a escola está na floresta e a floresta está cada vez mais na escola.

Como tornar essa realidade recursiva reconhecida por todos?

Talvez o diálogo mais evidente seja a partir dos conteúdos de química, física, geografia, história, ciências, artes, matemática, língua portuguesa.

Então por que não introduzirmos os conteúdos clássicos dessas disciplinas ao mundo da floresta amazônica?

O QUE DO “MUNDO DA FORMAÇÃO” DE PROFESSORES

As pesquisas, debates e reflexões sobre a área da formação de professores também tem sua complexidade, seus embates políticos, sua questões próprias, sendo um aspecto importante na história da educação e das políticas educacionais.

A valorização do(a) professor(a): salário digno, condições de trabalho, direito a formação continuada é uma parte fundamental na construção da educação democrática e emancipatória. Uma primeira ideia a compartilhar é a de que a formação continuada deve ser entendida como um *direito*. E não apenas entendida, mas que todo movimento das organizações e instituições que trabalham com educação formal, possam garantir condições para que esse direito seja exercido em sua plenitude.

Gatti e Barreto (2009) enfatizam que apesar do avanço das políticas de formação no Brasil, os resultados ainda não são satisfatórios. Talvez porque as experiências não envolvam efetivamente o(a) professor(a) no seu processo de auto formação. Aqueles que não se apropriam dos princípios e modelos apresentados não se sentem estimulados a alterar sua prática e acabam por se recusar a agir como meros executores de propostas externas.

Claro que a formação continuada não é uma prática nova, ela existe há muito tempo. Quando a educação escolar se tornou mais acessível a todas as classes sociais também se precisou investir na formação de mais profissionais, tanto em quantidade quanto em qualidade.

A segunda ideia é de que a formação continuada precisa e deve ser *integral*, ou seja, uma formação que não privilegie apenas os conteúdos dos temas e/ou conhecimentos científicos ou as didáticas de como

se ensinar melhor. Ao contrário, os aspectos subjetivos e emocionais da pessoa sejam considerados, corpo e mente sejam igualmente trabalhados numa perspectiva de quanto mais a pessoa se conhece, mais saberá conviver, mais saberá aprender e mais aprenderá a ser um profissional melhor (Sarasola e Von Sanden, 2011).

A diversidade de temas e situações escolares tem demandado (a) investimentos governamentais; (b) pesquisas teóricas e empíricas; (c) recursos didáticos mais adequados; (c) uso e domínio de novas tecnologias e (d) formação contínua no exercício profissional após a formação inicial, tanto dentro da escola como fora dela. Diante dessa demanda é quase impossível encontrar aquele que a ache desnecessária.

Outra não menos importante é a ideia de que a formação precisa ser um *processo*. Pode até parecer um clichê, uma palavra com múltiplos significados ou destituída de sentidos objetivos, mas num processo formativo seja ele contínuo, circunstancial, inicial ou em serviço, a aprendizagem se dá num processo coletivo. As trocas, os diálogos, os conflitos, as atividades pedagógicas e os momentos de reflexões presentes na formação são conseguidos na relação com outros.

E por último e não menos importante, a ideia de que a formação deve ter um acompanhamento, uma *avaliação* sistemática e reflexiva. Isso parece óbvio, mas a avaliação precisa ir mais além do registro imediato de que foi “ótimo”, “maravilhoso”. É necessário buscar formas de se fazer o acompanhamento pós-processo formativo; criar espaços de diálogo e trocas coletivas nos quais se possa refletir sobre os avanços, os limites e as possíveis transformações da escola e conseqüentemente da sociedade.

A avaliação durante o processo de formação e depois dele precisa não somente ter uma continuidade temporal, mas também de verificação de resultados qualitativos, indo além dos números de quantos fizeram tal curso, ou oficina. Olhar o que acontece depois desses eventos, especialmente no cotidiano das escolas e das salas de aula pode nos dar indicativos mais eficientes de um processo formativo.

Formação não serve apenas para currículo, deve contribuir também para a realização pessoal e profissional do(a) professor(a), bem como dos alunos. Para tal, precisam ter as condições objetivas para parti-

cipar (liberação da sala de aula, por exemplo), sem ônus para ele ou para os alunos. Essas condições favorecem a formação e enriquecimento dos conteúdos disciplinares. Tal premissa deve, pois estar contemplada no planejamento anual da atividade de docência.

Os professores, em geral, quando saem de um processo formativo apontam como pontos positivos, entre outras coisas, a oportunidade de aprofundar conhecimentos; o acesso a novos conceitos que ampliam suas possibilidades de análise das situações de ensino; as interações com os pares; ampliação de oportunidades de parceria e novas ferramentas metodológicas. No entanto, as queixas são quase que unânimes. Em geral, a formação continuada é organizada com pouca sintonia com as necessidades e dificuldades dos professores e da escola. Quase sempre, os professores(as) não participam das decisões acerca dos processos de formação aos quais são submetidos.

Vemos ainda uma limitação no sentido de que os programas não preveem acompanhamento e apoio sistemático da prática pedagógica, além da descontinuidade das políticas e orientações do sistema dificulta a consolidação dos avanços alcançados. A inobservância por parte dos gestores no cumprimento da legislação que assegura ao professor direito a formação continuada (Gatti e Barreto, 2009, p.221) é também um obstáculo no cumprimento desse direito.

Observamos, portanto uma série de desafios para uma eficiente e eficaz formação continuada. Desafio posto para aquela formação que valoriza a trajetória do professor(a), o seu comprometimento profissional e instrumentaliza o profissional para a reflexão crítica, para um fazer mais competente. Uma formação que respeita e considera as fragilidades, mas aposta no fazer coletivo, nas diferenças individuais que se fortalece com o outro e juntos podem fazer a diferença nos diferentes espaços, concretos e simbólicos da educação.

No aspecto da política nacional de formação, o objetivo da expansão da oferta e melhoria da qualidade nos cursos de formação

dos docentes se faz presente. Há uma tendência de tratar a formação continuada ao nível virtual, válido para lugares mais longínquos e remotos deste país, mas não pode ser uma regra.

Por outro lado, instituições de pesquisas também devem prever a divulgação e socialização de seus conhecimentos científicos, disponibilizando-os em vários formatos, sendo um deles, por meio de cursos e oficinas voltados para professores(as) que estão em sala de aula.

Uma formação de docentes tendo a floresta como foco principal e a educação ambiental como tema transversal pode ser vislumbrada nas ações desenvolvidas no INPA, por meio dos laboratórios de Psicologia e Educação Ambiental e Laboratório de Manejo Florestal. Apresentamos o exemplo do curso *A Floresta Amazônica e suas múltiplas dimensões*¹ oferecido anualmente, desde 2003 aos professores do ensino fundamental e médio.

As etapas podem ser caracterizadas como os clássicos momentos já apresentados acima:

- Planejamento
- Execução
- Avaliação
- Continuidade ou Aplicação

Planejamento: O processo que antecede a formação necessita de uma vontade, de uma responsabilidade social por parte da instituição proponente, no caso, o INPA. Como isso ocorre? Na ampliação das funções específicas de pesquisa, na previsão de recursos e agendas nos projetos de pesquisa e na mobilização de um grupo de pesquisadores para o tema a ser desenvolvido.

1 Este curso foi financiado de 2003 a 2004 pelo CNPq no projeto INPA e ESCOLA sob coordenação de Maria Inês Gasparetto Higuchi. Após 2005 o curso passou a ser financiado no âmbito do projeto PRONEX/FAPEAM/CNPq sob coordenação de Niro Higuchi. Durante todos esses anos a SEDUC e SEMED foram parceiras importantes nessa realização.

Esse grupo, apesar de importante e fundamental, não é suficiente para uma formação eficaz e eficiente. É preciso incluir os segmentos que atuam diretamente na educação. Por isso a articulação e consequente parceria com as secretarias de educação (estadual/SEDUC e municipal/SEMED de Manaus), integram uma equipe com responsabilidades e metas compartilhadas.

O curso passa então ser um esforço coletivo interinstitucional de pesquisadores e gestores da educação. A participação dos pesquisadores nessa formação é uma resposta da demanda do próprio docente ao longo de anos, que justificavam que estes estavam distanciados no dia-a-dia da sociedade. E por terem em mãos conhecimentos inéditos produzidos pela região e em especial, sobre a Floresta Amazônica, nada mais justo e salutar para os professores, buscarem esse conhecimento diretamente na fonte.

A formação para o(a) professor(a) não ocorre somente no dia em que se iniciam as aulas. A formação inclui responsabilidades recíprocas. Por isso o(a) professor(a) deve também manifestar não apenas o interesse, mas a motivação e as responsabilidades dessa escolha. Por isso, solicita-se do(a) interessado(a) que expresse esse desejo em ação, que no caso são as entrevistas realizadas antes do curso e as reuniões coletivas para balizar esse interesse e responsabilidade. Aos gestores das respectivas secretarias há também o compromisso de amparar e apoiar essa demanda e desejo para que todo(a) professor(a) se sinta parte de um projeto maior, onde a Secretaria de Educação e a escola onde atue respeite e dignifique essa escolha. Dessa forma, acreditamos que o projeto passa a ser coletivo e não uma participação individualizada, desconectada e raramente valorizada. Esses compromissos multilaterais facilitam as necessárias transformações que serão postas em prática. Em outras palavras, o(a) professor(a) não está sozinho nessa formação, ele/ela é um grande elo do projeto político pedagógico com múltiplas responsabilidades.

Nesse planejamento além da divisão de responsabilidades há o compartilhamento de custos, mesmo que a maior parte deles seja de ônus

dos pesquisadores proponentes. Consideramos que compartilhar custos é algo muito além de dividir gastos, é a apropriação da atividade como ação política, uma vez que a dimensão econômica é inevitavelmente um aspecto a ser considerado na sociedade em que vivemos. Além disso, a aproximação com os que fazem ciência e os que fazem educação é uma tentativa genuína de transformação cidadã, onde as responsabilidades são compartilhadas e socializadas.

Execução: O desenvolvimento da ação educativa tem uma característica multiforme e diferenciada. No caso do curso A Floresta Amazônica e suas Múltiplas Dimensões, que ocorre numa Estação Experimental do INPA (ZF2), ao norte de Manaus, demanda deslocamento por via asfaltada (BR 174 - Km 50), e mais 23 Km de estrada de chão batido, que com as chuvas se tornam trechos onde apenas carros tracionados conseguem trafegar. A logística para deslocamento dos(as) participantes, acomodação e segurança são de larga complexidade. Esses aspectos raramente são computados como custos, mas como investimento necessário. Longe de ser uma dificuldade, esta localização é um privilégio na formação sobre a floresta.

Nessa ZF2 os(as) professores(as) terão o que costumamos chamar de imersão total. Estar na floresta é vivenciá-la na sua plenitude, de modo que nos auxilie a (re)conhecer e (re)estabelecer os laços de pertencimento à esse mundo natural que está em nós, mas historicamente temos nos distanciado pensando equivocadamente que este mundo não pode estar com o mundo urbanizado e industrializado. Então esse contato com a natureza deve ser intenso e afetivo. Nesse retorno a mediação do(a) pesquisador(a) especialista na área de conhecimento florestal auxilia na compreensão e socialização das informações científicas dessa realidade (Figura 1 e 2).

Acreditamos que durante as vivências, saberes se encontram, interagem, dialogam e transformam-se ao final do processo, numa contínua ação-reflexão-ação. Essas experiências multissensoriais têm permitido um grande envolvimento para a reflexão e consequente aprendizagem. As informações não ocorrem num vácuo cognitivo, mas



Figura 1: Pesquisadores envolvidos na formação de professores na Estação Experimental do INPA

Fonte: LAPSEA/INPA, 2005.

numa atmosfera afetiva onde as sensibilidades são postas em ação para que o(a) professor(a) possa realmente ter uma formação integral e integradora. Como Mendonça e Neiman (2003) afirmam, para se ter uma visão completa do mundo, as dimensões cognitivas e afetivas devem estar juntas nesse processo de formação. Além disso, as emoções junto com as informações promovem aproximações, reflexões e disposições para novos comportamentos, e mudanças de valores e atitudes sobre o mundo natural. Tuan (1980) também reitera que a interiorização e apreensão da experiência vivida são fundamentais para potencializar o elo afetivo entre a pessoa e o lugar, potencializando assim as alterações de seus comportamentos socioambientais.

Nesse sentido, as vivências de formação unem e relacionam os conhecimentos científicos disponibilizados em curso e/ou oficinas ao



Figura 2: Professores em formação na Estação Experimental do INPA
Fonte: LAPSEA/INPA, 2008.

currículo e situações pedagógicas, de tal forma que se exercite como esses conhecimentos se tornarão vivo no cotidiano da sala de aula. Essa premissa é posta em prática nesse curso. Os(as) professores(as) atuam de forma direta na floresta, junto com pesquisadores e formadores. Todos os sentidos são postos em prontidão, da mesma maneira que todas as dimensões do conhecimento e das relações sociais (Figura 3).

Durante oito dias os professores vivem e convivem na floresta. A imersão total com o objeto do conhecimento (a floresta, sua vegetação, fauna, recursos hídricos, temperatura etc.) favorece a aprendizagem e produz apropriação social da floresta.

Comprovamos ao longo dos anos que esse processo de formação (re)une o mundo da floresta com o da escola de uma forma cognitiva e afetiva.



Figura 3: Professores em formação na Estação Experimental do INPA
Fonte: LAPSEA/INPA, 2007.

Cascino (1998) e Neimam (2009) advertem que todo o contato direto com a natureza desencadeia uma ruptura, onde sentimentos de medo de tudo o que parece estranho, possibilita caminhos de entrada para novas leituras desse ambiente. O novo pode então ser construído de forma saudável e promissora para uma mudança de comportamento.

Além disso, é preciso promover momentos de reflexão sobre as questões socioambientais globais em relação à realidade da escola, de forma prazerosa, lúdica, pedagógica e afetivamente significativa (Azevedo, Higuchi e Barcelos, 2009).

Avaliação: Já enfatizamos que a avaliação ao final de um processo educativo é extremamente importante, e nos indica se o planejamento e a execução, assim como os objetivos foram alcançados. Acreditamos que a formação deve ser integral e contemplar todas as dimensões. As avaliações dos(as) professores(as) sobre o curso aqui exemplificado,

apontam positivamente como um caminho que eles/elas procuram para sua formação. Nos quadros abaixo apresentamos os tópicos da avaliação dirigidos (perguntados) e avaliação apontada:

Aspectos Avaliativos Estruturais	Avaliação do curso Floresta Amazônica e suas Múltiplas Dimensões
Local e Infraestrutura	<p>Há uma unanimidade na escolha do local (longe do dia-a-dia de cada um e próximo do objeto de conhecimento – a floresta), incluindo as instalações físicas do dormitório, refeitório, áreas de convivência e infraestrutura geral.</p> <p>“Muito encantado, algo que nunca tinha visto com um olhar de aproveitamento para o meu trabalho”;</p> <p>“Penso que as instalações favoreceram o bom andamento”</p>
Duração e Horário	<p>Apesar de a maioria achar que uma semana na ZF-2 é suficiente, fica sempre um querendo mais, por razões diferentes.</p> <p>“Não. Deveria por um mês, é muito legal”</p> <p>“Acredito que 15 dias, com várias aulas práticas, sempre após as teóricas”.</p>
Coordenação e Logística	<p>A aprovação seguida de elogios e agradecimentos a coordenação foram destacados:</p> <p>“Todas as pessoas são capacitadas, educadas e comprometidas com o trabalho que realizam”</p> <p>“Nada faltou ou aconteceu com atrasar ou improvisar”</p>
Conteúdos	<p>Estar diante do pesquisador possibilitou a inovação do conhecimento e reelaboração dos conteúdos, por isso permanece a vontade de ter mais informações com aqueles profissionais de competência.</p> <p>“Todos seguros do que falavam, pois obtiveram seus conhecimentos não só na teoria, mas na prática, transformando e criando paradigmas:”</p> <p>“Todos os profissionais nos acrescentaram bastante conhecimento e esclarecimentos; dominavam bastante seus conteúdos”</p>
Sala de Aula e Aulas de campo	<p>A oportunidade de constatar no campo os conceitos discutidos em sala de aula tornou o curso mais adequado, facilitando a aprendizagem e apreensão de novos conhecimentos.</p> <p>“As práticas sempre nos levam a ver melhor o que aprendemos na teoria, foram esclarecedores”</p> <p>“O contato com a floresta nos ajudou a entender melhor as informações que os doutores nos repassaram”</p>

Aspectos Avaliativos Pedagógicos	Avaliação do curso Floresta Amazônica e suas Múltiplas Dimensões
Estrutura de vivências pedagógicas	<p>Compreende tarefas coletivas de cuidados com o espaço físico, convivência, espaços livres e de entretenimento. Destaca-se que as atividades geram cooperação e responsabilidade coletivas.</p> <p>“Houve uma grande cooperação entre os membros do grupo e a vivência foi muito agradável”</p> <p>“Através das vivências coletivas conhecemos melhor uns aos outros, trocamos experiências e formamos grupos para projetos (fora) a partir da ZF-2”</p>
Técnicas pedagógicas	<p>As técnicas pedagógicas foram elaboradas para estímulo da reflexão e aprendizagem compartilhada. De forma contínua e transversal, as dinâmicas objetivam mediar a aprendizagem; promover a reflexão dos conteúdos; orientar a atenção e a escuta para os conteúdos. Essa estratégia foi percebida como vivência singular e com possibilidades de aplicação no contexto cotidiano escolar.</p> <p>“Eu gostei demais e vou aplicar nos encontros pedagógicos que temos em nosso município”</p> <p>“Foi importante por apresentar uma evolução diária e permanente de tudo que aprendeu no dia”.</p>
Materiais pedagógicos	<p>Tudo o que o pesquisador traz para o curso é socializado com o(a) participante, desde as apresentações até os materiais que podem ser diretamente usados em sua classe. Esses materiais (textos, kits, slides etc.) são cuidadosamente preparados para que o professor possa aplicar sem grandes dificuldades.</p> <p>“Possibilitou leitura prévia e sem maior domínio dos conteúdos”</p> <p>“Tudo o que nos disponibilizaram servirá para um crescimento individual e profissional”</p>

Além dos aspectos avaliativos solicitados, em todos os cursos emergiu de forma espontânea o aspecto da postura do pesquisador-professor. A disponibilidade de um profissional para com outro profissional mobilizou uma afetividade ímpar que acaba por estimular a relação de respeito e humildade na tarefa da docência e abre caminhos para uma transformação do comportamento escolar. Essas considerações são observadas nas falas a seguir:

“A disponibilidade de pesquisadores que, na maioria das vezes, estão sempre muito ocupados e que se preocupam (hoje vejo isso) em compartilhar seu conhecimento, suas descobertas, não apenas com outros pesquisadores, mas também com os futuros pesquisadores que ainda estão no Ensino de Base”

“Cada curso e cada professor me surpreendeu. No aspecto humano, a convivência com os colegas e a troca de conhecimento com os professores me fez compreender que a cooperação é o grande fator de sucesso”.

“O cuidar de si próprio que leva a cuidar do próximo como um todo o meio ambiente que precisamos para viver bem e com dignidade”.

“Parabéns professores-pesquisadores, tudo de bom, vocês tiveram por nós os cuidados, as caminhadas, a alimentação, a comodidade no descanso das noites, os materiais, e os seus próprios conhecimentos durante esta nossa jornada de conhecimentos...”.

Observa-se, portanto que o processo avaliativo pode indicar caminhos que estão respondendo as demandas e podem ser importantes indicadores no processo de formação de docentes.

Continuidade: Esse é um dos aspectos que necessita de uma atenção especial por parte de todos. É comum ao terminar um curso o(a) professor(a) dizer: “Estou muito satisfeito(a) com os resultados deste curso que penso em desenvolver alguma atividade/projeto para trabalhar na minha escola”

Mas o que realmente acontece após uma atividade de caráter formativo?

Que suporte é dado ao professor(a) na aplicação dos novos conhecimentos em seu fazer pedagógico?

A sistematização das experiências que ocorre na escola ou na sala de aula após os cursos da floresta ainda está sendo desenvolvida, mas observa-se que os(as) professores (as) passam a estar mais motivados na busca de articulação com os pesquisadores para participação de eventos nas escolas. Alguns dos egressos desses cursos se dedicam a prestar exame de mestrado; outros sentiram-se estimulados para ampliar sua atividade de docência no desenvolvimento de projetos PCE (Projeto de Ciência Escola) com apoio da FAPEAM (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas); outros ainda repetem a experiência de vivência na floresta possibilitando um fim de semana com os alunos na Estação Experimental. Mais que respostas, temos inquietações e vontade de dar visibilidade e tentar sistematizar os movimentos que os(as) professores(as) que participaram dos curso ao longo de oito anos possam nos dar como retorno, e assim, poder contribuir mais significativamente nesse segmento da sociedade.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL, FLORESTA E ESCOLA

A Política Nacional de Educação do Estado brasileiro, construída por vários atores sociais, tem como um dos seus princípios o acesso e a permanência de todos que adentram na escola.

As particularidades da região amazônica, com seus milhares de quilômetros quadrados de floresta, o amplo volume de seus rios e sua megabiodiversidade atrelada aos costumes culturais, exige necessariamente currículos diferenciados e, portanto, formação docente compatível com as demandas.

Como está o diálogo da escola com a realidade da floresta amazônica?

Recentemente na lista das escolas avaliadas no ENEM, uma escola indígena no interior do Amazonas ficou em último lugar. O que esse resultado nos permite como reflexão crítica? Provavelmente, para os padrões de competência do MEC, essa escola seria um exemplo de fracasso. Se girarmos a lupa ao contrário, podemos pensar que o sistema fracassa ao avaliar as diferentes competências de um currículo e contextos geográficos e socioculturais diferenciados, com as mesmas ferramentas do padronizado.

Isso ocorre somente numa escola indígena? Não, também ocorre com aquelas escolas que precisam dar conta da criança que é abusada e violentada pela família; do professor que vive em pânico de ser assaltado na porta da escola; do aluno que vem com fome ou daquele que precisa ir para o sinal levar o “trocado” para casa, com medo de ser agredido pela falta de sucesso na mendicância.

Esses são alguns pontos que podem nos ajudar a pensar “mundos diferentes” que precisam dialogar como diferentes e não como iguais porque não o são. No entanto, essas diferenças não devem servir para rotular ou marginalizar e sim para dialogar; servir como contraponto com as teorias pedagógicas de base; qualificar nossas análises e interpretações, rever nossos currículos e instrumentos de avaliação escolar.

Apesar desse cenário de injustiças e arrogância acadêmica e política, há o desafio de buscar caminhos possíveis de sucesso escolar, de valorização de conhecimentos e práticas culturais diversas. Os conhe-

cimentos existentes sobre a floresta amazônica e as pesquisas que são produzidas nela e a partir dela, parecem reunir conteúdos importantes, que em parte já estão presentes nas disciplinas clássicas. Porém não é raro que esse conteúdo seja ministrado sem uma visão crítica.

Se o “mundo da floresta” que tratamos aqui for trazido para o “mundo da escola”, de forma mais crítica e reflexiva, com diferentes abordagens metodológicas, com diferentes vivências pedagógicas, há possibilidades de que o diálogo entre “esses mundos” seja muito mais profícuo e transformador para todos.

E em tempos de mudanças climáticas, a floresta amazônica passa a ser um tema central de discussão. A grande questão é como conciliar a demanda pelo uso dos recursos florestais com a necessidade de manutenção dos serviços ambientais oferecidos pela floresta em pé. Temos questões importantes a fazer.

Para quem tudo isso? Para quem importa uma ou outra ação, aos países mais ricos ou às populações locais?

Talvez o século XXI seja o século das grandes mudanças, e talvez, a escola, seja um dos *locus* mais importantes de difusão e construção de novos modos de pensar e de agir em relação os usos e cuidados com a floresta, assim como a formação de uma nova geração de pensadores e legisladores das políticas de educação e conservação ambientais.

A formação continuada em Educação Ambiental (EA), de modo geral, não difere das exigências da formação em sua abrangência das demais áreas, mas há algumas especificidades que envolvem temas e problemáticas ambientais que passam por dimensões de conhecimentos específicos. É inexorável a necessidade de reflexão de valores, formas de cuidados e respeito à floresta.

Já se tornou um consenso que a EA é, sobretudo, uma postura política crítica de comprometimento e responsabilidade socioambiental,

uma vez que articula conhecimentos; propõe questões para serem debatidas e refletidas; constrói e promove intervenções processuais e até mesmo pontuais.

Também chama atenção para o excessivo consumo de recursos naturais, enfim, ela contribui para que a sociedade repense seus modelos de produção, seus padrões de consumo e promove a ética do cuidado e o respeito com seu semelhante e com outras formas de vida (Reigota, 1995).

E nesse sentido, os princípios filosóficos da EA ajudam os cidadãos a se posicionarem e participarem ativa e criticamente diante das problemáticas complexas do meio ambiente.

A EA tem um forte componente individual no tocante aos comportamentos, mas, sobretudo trata-se de orientações coletivas de busca de soluções para a melhoria da qualidade de vida no ambiente mais próximo (agir local) visando qualidade também do planeta (pensar global).

Assim pensando e atuando, os cidadãos concretizam propostas e ações educativas que promovem formas diferenciadas de engajamento coletivo para a reconstrução de novos valores, uma vez que os problemas ambientais foram criados pelos humanos e deles virão as soluções (Reigota, 1999b).

Algumas experiências de formação em EA já apresentam resultados importantes que vem sendo construídos nas práticas pedagógicas reflexivas. Nessas práticas o(a) professor(a) busca metodologias que permitam soluções ou apresentem caminhos diversificados de promover a discussão e o debate no cotidiano da escola ou fora dela (Silva, Azevedo e Higuchi, 2004; Zakrzewski e Barcelos, 2004; Philippi Jr. e Folcesi, 2000; Reigota, 1999).

Nesse sentido, o processo de construção dos conhecimentos e saberes que são mobilizados implica compreender como ocorrem as aprendizagens em diferentes situações e contextos.

Tais contextos favorecem a aquisição de estratégias cognitivas e socioculturais considerando-se as condições individuais de cada sujeito na sua interação com seus pares e na condição em que se encontra durante a formação.

A construção ativa se dá à medida que são explicitadas as relações entre o conhecimento pedagógico e os conhecimentos prévios dos professores, respeitando-se o conjunto de vozes em interação. As narrativas enquanto atividades dinâmicas possibilitam a reorganização e o refinamento das ideias, concepções de saberes no e pelo grupo, favorecendo a construção compartilhada da vivência pedagógica.

Considera-se crucial, portanto, um conhecimento pedagógico que seja permeado pela experiência. E experiência no sentido proposto por Larrosa (2002), como **aquilo que eu faço com aquilo que me acontece**.

E para a formação, a experiência compartilhada com o outro deve nos tocar individualmente e nos fazer refletir sobre nossas atitudes frente a vida no seu sentido mais amplo possível. Essa ideia de integração deverá nos mobilizar para a continuidade da formação.

Portanto, a educação ambiental que consideramos genuína é aquela em que há uma reflexão e tomada de atitudes na relação pessoa-ambiente, de modo que todas as dimensões dessa relação possam ser igualmente consideradas e incluídas como pressuposto de mudanças.

RESUMINDO

Assume-se que a floresta amazônica deve ser compreendida e ensinada em suas múltiplas dimensões. Nesse sentido, acreditamos que haveria mais chances de se consolidar conhecimentos, práticas e o estímulo para uma visão ética abrangente.

As ideias e pontos aqui trazidos nos fazem pensar na complexidade dos temas e das relações e inter-relações existentes. Isso já é suficiente para levarmos aos alunos a semente de uma reflexão pautada num patrimônio socioambiental de cidadania, princípios fundamentais da educação.

Tomar a floresta amazônica como nosso eixo central é uma forma genuína de propormos uma mudança na sociedade. Nossa aposta é que os conhecimentos científicos sobre o funcionamento desse importante ecossistema, aliado à necessária criticidade e comprometimento socioambiental de todos, e em particular, de nossos professores e professoras podem fazer toda a diferença no cotidiano das escolas e na formação das novas gerações. Geração esta que necessita ser estimulada à reflexão crítica sobre seus modos de pensar e agir visando o cuidado e respeito a si e ao direito do outro. Este outro, não apenas seu semelhante, mas demais seres vivos.

Estes valores e conhecimentos precisam ser ensinados, sem contudo exigir a unidade de pensamento, ao contrário, a diversidade de pensamentos é saudável, tal qual a diversidade biológica. As diferenças não impedem uma responsabilidade e um compromisso de proteção e respeito ao mundo natural, apenas dão um colorido nas relações pessoa-ambiente.

Enfim, há “mundos” diversos que devem dialogar entre si. Vivemos em mundos que estão imbricados, entrelaçados na “teia da vida”, somos natureza, somos cultura, somos pessoas tentando compreender como viver e conviver melhor com todos e com tudo que nos constitui e que nos faz ser humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo, G.C.; Higuchi, M.I.G.; Barcelos, V.H. 2009. Contribuição do INPA na formação continuada de professores em educação ambiental: desafios, práticas e reflexões. *Ambiente & Educação. Revista de Educação Ambiental*, 14:89-109.

Cascino, F. 1998. Do turismo convencional ao ecolazer: análise dos fundamentos éticos e estéticos do lazer associado à natureza. *CEDES: debates socioambientais*, Ano III. No. 9, p.08-10, mar-jun.

Gatti, A; Barreto, E.S. 2009. *Professores do Brasil: impasses e desafios*. Unesco, Brasília.

Higuchi, N. et al. 2009. *Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais*. Edição dos autores, Manaus.

Higuchi, N. 2007. Entrevista concedida a Coordenação da Conferência Estadual de Meio Ambiente – COE-AM, Manaus.

Higuchi, N.; Higuchi, M.I.G. 2004. *A floresta Amazônia e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental*. Editores INPA/CNPq, Brasília.

Larrosa, J. B. 2002. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. *Revista Brasileira de Educação*, 19: 20-29.

Mendonça, R.; Neiman, Z. 2003. *À sombra das árvores: transdisciplinaridade e educação ambiental em atividades extraclases*. Cronos, São Paulo.

Neiman, Z. 2009. O contato intensivo com o ambiente natural do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR, SAP) como gerador de novas percepções. *OLAM – Ciência & Tecnologia*, V.9, No. 2, p 64-103, Jan/Jul. Rio Claro.

Philippi Jr., A.; Folcesi, M.C. 2000. *Educação Ambiental: desenvolvimento de cursos e projetos*. USP/ Faculdade de Saúde Pública. Signus Editora - Núcleo de Informações em Saúde Ambiental, São Paulo.

Reigota, M. 1999. *A floresta e a escola: por uma educação pós-moderna*. Cortez, São Paulo.

Reigota, M.1991. *Ecologistas*. Edunisc, Santa Cruz do Sul.

Reigota, M. 1995. *Meio ambiente e representação social*. Cortez, São Paulo.

Sarasola, M; Von Sanden, C. 2011. Una visión integral da formación del profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55(4).

Silva, C.N; Azevedo, G.C. 2004. Estudo dos processos de formação e capacitação de professores em temas ambientais promovidos pelo grupo de pesquisas em educação ambiental. *Anais da XII Jornada de Iniciação Científica*. PIBIC/CNPq, INPA, Manaus.

Tuan, Y.F. 1980. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*. Difel, São Paulo.

Zakrzewski, S.B.; Barcelos, V. 2004. *Educação ambiental e compromisso social: pensamentos e ações*. EDIFAPES, Erechim.



Foto: Arquivos LMF/LAPSEA/INPA

Um recurso didático é sempre um mediador que deve fazer sentido para professores e alunos no processo de construção dos conhecimentos.

Suplemento pedagógico: atividades educativas tendo a floresta como tema central

Genoveva Chagas de AZEVEDO
Fernanda Dias Costa Bandeira VIEIRA
Maria Inês Gasparetto HIGUCHI
Patrícia Karla SALES

Introdução

Neste suplemento sugerimos várias atividades e exercícios aos educadores, as quais possam servir no desenvolvimento de suas atividades em sala de aula para a consolidação de conteúdos neste livro. As sugestões não pretendem ser receitas, ao contrário apenas uma contribuição para tornar o ato de ensinar e de aprender mais prazeroso.

Em cada atividade você professor, professora, pode estabelecer objetivos e estratégias diferenciados, podendo ser individual ou em equipe. Você pode utilizar as sugestões na íntegra ou adaptá-las e modificá-las, pois a proposta é que elas sirvam de inspiração em sua prática pedagógica. Isso não quer dizer que as atividades devam ser displicentemente desenvolvidas. Ao contrário, é necessário um planejamento cuidadoso a fim de providenciar os recursos didáticos, os arranjos e estruturação de locais, assim como para prever os possíveis contratempos.

É importante considerar que a execução das atividades possa ser desenvolvida como parte integrante de um processo didático-pedagógico em que as atividades possam gerar processos e produtos em salas de aula ou na escola.

ATIVIDADES PARA CONSOLIDAÇÃO DE CONTEÚDO

Jogo Interativo

Os jogos além de serem importante instrumento de aprendizagem, promovem a interação e brincadeiras que estimulam crianças e jovens a se

interessarem pelo tema em discussão. Existem inúmeros tipos de jogos interativos com objetivos diferenciados, seja para maior interação social ou conhecimento geral (Veja por exemplo, *Jogos Interativos e Dinâmicas de Grupo em Educação Ambiental: Temas Amazônicos*¹ - Higuchi *et al.*, 2010).

De modo geral podemos separar os jogos em formas e conteúdos. A forma diz respeito ao “**como**” este ocorre (desenvolvimento, regras e material). O conteúdo é “**o que**” se pretende com o jogo (tema, objetivo). Esses dois critérios vão ter que se adequar ao “**para quem**”, uma vez que tanto o conteúdo quanto a forma vão variar dependendo do público que está sendo direcionado o jogo.

Vejamos um exemplo para uma **Gincana Ecológica**:

O quê	Aprender sobre o tema das mudanças climáticas e suas relações com a floresta amazônica
Como	Dividindo a turma em equipes e sorteando as perguntas (a escolha às cegas de um cartão num recipiente). Ir somando a pontuações de cada equipe. Estabelecer prêmios para os ganhadores. Determinar um tempo de jogo ou um número de perguntas para finalizar o jogo. Para tornar o jogo mais cooperativo, pode-se incluir o sistema de ajuda que consiste na ajuda da resposta à equipe que não sabe como responder. Toda ajuda dá à equipe adversária 40% da pontuação e 60% a equipe solidária.
Para quem	Alunos do ensino médio – tendo em vista a complexidade do tema e a abrangência das informações.

As perguntas podem ser extraídas dos textos deste livro e completadas com outros recursos. O rol de perguntas abaixo foi retirado de Higuchi *et al.* (2010, pp 66 - 77), revisado por especialista da área, e se refere ao tema das Mudanças Climáticas tendo a Floresta como elemento importante nesse fenômeno.

1 Higuchi, M.I.G.; Farias, M.S.M.; Vieira, F.B. 2010. *Jogos Interativos e Dinâmicas de Grupo em Educação Ambiental: Temas Amazônicos*. Manaus: Ed. Dos autores.

Perguntas	Respostas	Pontos
A emissão de grande quantidade de CO_2 (dióxido de carbono) causa que tipo de problemas ambientais?	O aumento da temperatura da Terra, o que levará ao derretimento das geleiras nos polos e nas montanhas. As águas das geleiras derretidas aumentarão os níveis dos oceanos. Esse aumento, por sua vez, causará sérios problemas para as populações costeiras e também irá alterar todos os ecossistemas do Planeta.	2
O que é estoque de carbono?	É a quantidade desse componente químico que está retida nas plantas e no solo, por unidade de área. Se ele estiver retido não se juntará ao oxigênio para produzir um gás poluente, que é o CO_2 .	1
O que é neutralização de carbono?	É zerar a quantidade de gás carbônico que uma pessoa ou uma cidade ou uma nação emite por unidade de tempo (um ano, por exemplo). A neutralização pode ser realizada com plantios de árvores ou com o desenvolvimento de tecnologias para que o gás emitido não vá para a atmosfera.	1
O que é sequestro de carbono?	É uma palavra usada para designar a fixação do carbono numa planta com o passar do tempo, que é realizada pela fotossíntese. É positiva quando é maior do que a quantidade liberada pela respiração.	2
Quais são os gases poluentes naturais – os gases de efeito estufa (GEEs) – que contribuem para o problema das mudanças climáticas?	Dióxido de carbono – CO_2 Metano – CH_4 Óxido Nitroso – N_2O Vapor d'água – H_2O Ozônio – O_3	1
O que significa “mudança climática”?	Mudança do clima significa uma mudança que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis.	2
O que as florestas têm a ver com as mudanças climáticas?	As florestas estão, permanentemente, trocando carbono com a atmosfera. A floresta é composta de vegetais que realizam fotossíntese, que sintetiza o gás carbônico da atmosfera e água das plantas e, por meio de reações químicas desencadeadas pela energia solar, produz carboidratos que vão compor os tecidos lenhosos nas formas de lignina, celulose e hemicelulose.	2

Perguntas	Respostas	Pontos
O que é o Protocolo de Quioto?	O Protocolo de Quioto é um tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que provocam o efeito estufa. Foi discutido e negociado em Quioto no Japão em 1997.	3
Por que se fala tanto que a floresta em pé é necessária para diminuir os efeitos das mudanças climáticas?	A floresta em pé tem papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas. Talvez, o principal papel da floresta em pé é a proteção às outras formas de vida. No entanto, quando a floresta é derrubada, todo o carbono acumulado em sua vida é emitido de volta para a atmosfera.	3
Qual o gás de efeito estufa é o mais nocivo?	Entre os principais gases naturais de efeito estufa, quais sejam, dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, é o óxido nitroso o mais nocivo, já que tem o maior potencial de aquecimento (7 mil vezes maior do que o CO ₂).	3
Qual a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil?	O desmatamento na Amazônia é a principal fonte de GEEs do Brasil. O desmatamento na Amazônia contribui com 71% das emissões nacionais.	1
Se as medidas propostas pelos cientistas dizem que a melhor alternativa é manter a floresta em pé, isto é, não desmatar de nenhuma forma, como devemos fazer para que as pessoas possam usar a floresta amazônica para suas atividades?	Existe uma forma de usar a floresta nativa que se chama manejo florestal. Essa alternativa é a “menos pior” de todas, porque considera um jeito saudável de uso das árvores sem degradar a floresta. O manejo de produtos não madeiráveis também é uma alternativa econômica para a Amazônia. O turismo ecológico em florestas primárias também é uma opção econômica.	2
O que é IPCC?	É uma sigla em inglês de um comitê científico da ONU – o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. É composto por cientistas do mundo inteiro para “alimentar” a Convenção do Clima e Protocolo de Quioto com informações científicas atualizadas e validadas.	3
O que é “poder de estufa” dos GEE?	É o potencial de aquecimento que cada gás possui para o incremento da capacidade da atmosfera de reter o calor além do normal.	1

Perguntas	Respostas	Pontos
O CO ₂ fica para sempre na atmosfera?	O gás carbônico – CO ₂ – fica no mínimo 100 anos na atmosfera e isso causa danos climáticos graves.	2
Qual o potencial de aquecimento dos GEE?	O gás carbônico (CO ₂) é o que tem sido emitido em maior quantidade e por isso é mais falado do que os outros. O metano (CH ₄) é emitido em menor quantidade, mas seu poder de estufa é 20 vezes maior que o do CO ₂ . O óxido nitroso (N ₂ O) e os clorofluorcarbonos têm concentração bem menores, mas seu poder de estufa é de 310 até 7.100 vezes maior do que o do CO ₂ , portanto, é mais nocivo.	3
De onde vem o dióxido de carbono – CO ₂ ?	Da queima dos combustíveis fósseis e das queimadas de florestas.	1
Quanto a floresta amazônica armazena de carbono por ano?	Cerca de 140 toneladas de carbono por hectare. Como a floresta amazônica tem aproximadamente 350 milhões de hectares, isso significa que ela fixa quase 350 mil toneladas de carbono/ano.	2

Essa gincana pode ser realizada após os conteúdos terem sido trabalhados em sala de aula, tendo, portanto um caráter avaliativo; ou pode ser o início de um processo de ensino, tendo um caráter de diagnóstico para verificar o que os alunos sabem sobre esses assuntos.

Se for como diagnóstico, pode ser um bom indicador para que o professor(a) inicie um planejamento de conteúdos envolvendo disciplinas afins. Também é possível gerar, a partir daí, interesse dos alunos para saber mais a respeito e assim formar equipes para pesquisar aspectos diferenciados dos conteúdos. É possível também o debate reflexivo sobre as relações entre floresta e mudanças climáticas e o que cada um tem a ver com tudo isso.

ENTENDENDO O IMPACTO DAS QUEIMADAS

Solicitar aos alunos que façam diagnósticos da evolução de queimadas. Estabeleça um período de tempo, por exemplo: 10 anos. Em seguida determine a região ou estado, por exemplo: no Amazonas. A partir dessas duas solicitações orientar os alunos a construírem a pesquisa, que baseada nesses critérios seria responder algumas questões, tais como: Em 10 ou 5 anos quantas queimadas foram realizadas no estado do Amazonas? As queimadas aumentaram, diminuíram ou estabilizaram? Tem algum ano em especial que houve redução/aumento das queimadas? O que aconteceu de especial nesse ano? Relacionar esses acontecimentos com algum contexto político, econômico e ambiental.

É necessário orientar essa busca: sites, órgãos estaduais e municipais, pesquisadores da área. Para facilitar e somar os esforços divida em equipes de modo que cada uma vá para um lugar diferente para coletar informações variadas (Institutos de Pesquisa, Órgãos Governamentais (Federal, Estadual, Municipal), Órgãos Não Governamentais que lidam com a questão ambiental global, nacional, regional etc.).

Algumas Dicas:

Organize o processo:

sugira um roteiro de busca e visitas para cada equipe para melhor direcionamento da pesquisa.

Avalie o processo de pesquisa:

Quais as dificuldades encontradas? Que informações adicionais foram coletadas?

Avalie o produto:

Que fontes foram consultadas? Como foi organizada as informações coletadas? Que recursos foram usados pela equipe para a apresentação do trabalho?

Avalie a aprendizagem:

O que aprenderam? Que reflexão foi feita sobre os dados? Conseguiram posicionar o tema das queimadas de forma a incluir os contextos históricos, políticos, socioculturais, ambientais?



Observando a paisagem

Estimular as crianças e os jovens a observarem uma paisagem é muito mais do que notar esta paisagem. É preciso enxergar mais do que aquilo que se pode ver. Por isso o(a) professor(a) pode mediar essa atividade com orientações nessa observação e vivências. Levar os alunos para observar uma determinada área que está sendo ou já foi desmatada ou destruída pelas chuvas. Pode ser perto da escola, no bairro ou numa área específica da cidade.

A observação poderá ser individual ou em equipes. Um roteiro prévio pode ajudar muito o aluno na sua observação, orientado para aspectos mais peculiares que não podem ser notados a primeira vista. Dependendo no nível da turma, deixe a observação livre e veja o que acontece.

Algumas Dicas:

- Solicite que observem:
 - O *tipo de vegetação* (diversidade), se houver;
 - O *tipo de solo* (como é composto);
 - A temperatura do local (medindo com um termômetro);
 - Indícios de presença animal (micro e macro fauna).
 - Entrevistar informalmente (se não quiser formalmente) pessoas que estiverem por perto na hora da observação;.
- Conduza a organização dos dados em conjunto com a turma para estabelecer parâmetros para a apresentação das observações, se preferir divida os aspectos da observação para cada equipe.
- Solicite a discussão dos resultados da observação, danos, causas, conflitos, impactos positivos e negativos etc.
- Solicite sempre uma apresentação da equipe, isto favorece a reelaboração do conteúdo, além de permitir uma abertura do diálogo com toda a turma.

REALIZANDO UM SAFÁRI ECOLÓGICO

O safári ecológico, como atividade educativa, parte do pressuposto que existem situações e fatos que podem ser vistos e vividos, mas que não se apresentam de forma imediata frente ao observador e por isso tem que ser procurados e descobertos.

Essa atividade será mais eficaz se for desenvolvida depois dos conteúdos terem sido trabalhados em sala de aula. Aproveitar para discutir e refletir sobre o processo de erosão dos solos, desmatamento, queimadas, a importância das florestas, ciclo de nutrientes, cadeia ecológica, assim como os conflitos socioambientais oriundos desse processo.

Dependendo do nível da turma e dos recursos disponíveis, é possível pensar em algumas atividades bem concretas na comunidade e/ou na escola, a partir de projetos semestrais e/ou anual.

Vejamos um exemplo para um **safári numa área verde**:

- Fazer um mapa ambiental a partir dos elementos encontrados. Distribua-se um roteiro, que pode ser escrito textualmente ou como carta enigmática para incluir um aspecto mais lúdico.
- Usar o GPS pode trazer mais motivação também. Nesse caso incluir as coordenadas para a busca dos elementos, tendo previamente georeferenciado tais elementos.
- Ao encontrar um *tronco de uma árvore* (indicar um ponto de referência para facilitar), como por exemplo, que fica a 5 passos do portão verde (ou coordenada), observem as cicatrizes e descreva como elas estão. Por que vocês acham que as pessoas ferem as árvores?
- Ou encontrem uma árvore *velha* e uma árvore *nova*. Descreva cada uma delas e compare os detalhes.
- Ainda, encontrar um local forrado por folhas secas ou molhado e verifique com muito cuidado o solo abaixo delas. O que vocês observam?
- Indicar um local no qual se possa encontrar um sinal de vida animal em determinada área. Descrever com detalhes e tentem identificar o tipo de animal ou animais que usam aquele lugar.

Algumas Dicas:

- Instrumentalize a equipe com lupas, pinças, luvas, pranchetas e outros materiais para tornar essa atividade mais interessante.
- Estabeleça um tempo para cada atividade e pontuação para os que chegarem primeiro, para os que conseguirem ter melhor desempenho etc.
- Possibilite a discussão numa assembleia com todos os estudantes de modo a incorporar questões de proteção a esse sistema ecológico e questionar certos comportamentos humanos.

TRABALHANDO ASPECTOS DA BIODIVERSIDADE

Solicitar que os alunos observem em sua casa ou na dos vizinhos, a existências de plantas usadas como estética, como medicamentos ou como alimento.

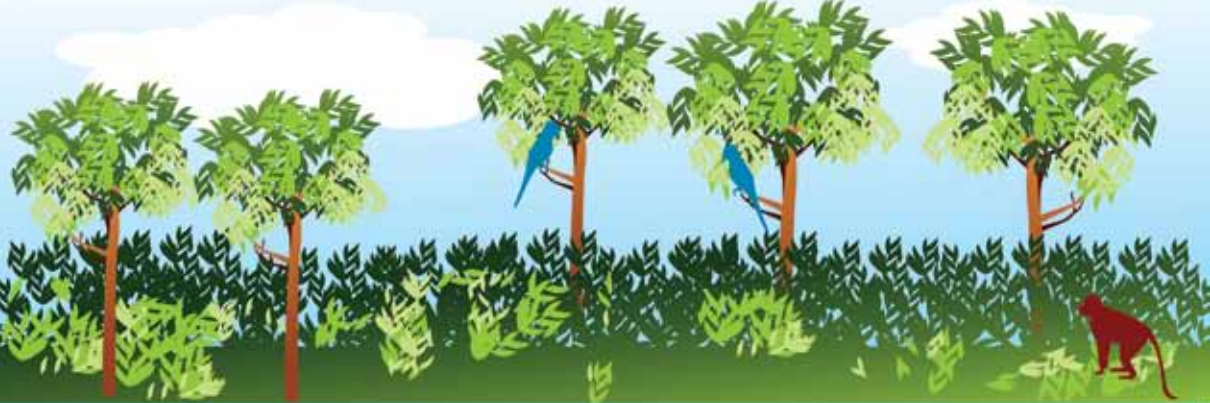
Orientar para que ao coletar um pedaço da planta (folha), se faça uma breve entrevista com a pessoa que plantou ou que cuida dessa planta. Preparar um roteiro sobre o nome da planta, para que serve, que parte da planta é usada, como é usada e qual o cuidado para ela se manter viva e produtiva.

Em sala de aula, trabalhe os dados coletados, discutindo a importância das plantas na vida das pessoas, a cultura do plantio doméstico, o uso como alternativa medicinal, as crenças e os cuidados no preparo, na coleta etc. Aproveite para resgatar os valores do saber comum, mas alertando sempre dos perigos de se considerar o natural como inofensivo.



Algumas Dicas:

- Procure levar especialistas para falar sobre o assunto (Pesquisador/a da área; “herveiro”, “curandeiro” que trabalhe com isso há muitos anos, médico etc.).
- Aborde esse tema desde a perspectiva fitofarmacológica até a perspectiva histórico-cultural, e o que isso significa na atualidade em termos de direitos autorais das populações tradicionais, biopirataria, engenharia genética.



Área de
Proteção Ambiental

Visitando Áreas Protegidas

As visitas às áreas naturais proporcionam um contato completo para o estudante, seja do ponto de vista ambiental (a natureza e seus elementos) ou do ponto de vista sócio-político (a infraestrutura, o cuidado dos gestores, as facilidades de acesso, etc.).

A atividade pode ser feita no início ou final de um processo no qual serão, ou foram abordados aspectos que envolvam a conservação e preservação de áreas protegidas. De acordo com as áreas visitadas, discuta e reflita com os alunos sobre os problemas socioambientais encontrados, assim como as potencialidades.

Chame a atenção de que eles (cidadãos do hoje e do amanhã) devem assumir as causas ambientais que envolvem desde a proteção de áreas ainda naturais até a busca da qualidade de vida nas cidades.

Algumas Dicas:

- **Identifique** os parques naturais da cidade e horários de visitas.
- **Escolha** o mais viável e organize uma visita com os alunos.
- **Prepare** um roteiro/ficha de observação para que a excursão tenha objetivos claros do que se pretende observar e chamar atenção no lugar, indo além da simples “visita” ou passeio.
- **Explore** bem os dados coletados e discuta em sala de aula a importância do lugar visitado.
- **Solicite** como complemento da atividade, que cada aluno expresse a experiência em forma de desenhos, poesias, contos, músicas. Estimule para que todos falem, apresentem suas produções.
- **Discuta** as diferentes percepções.

VIVÊNCIAS E FÓRUM DE DISCUSSÕES NA ESCOLA

Estimular o tema das florestas não precisa necessariamente se deslocar para uma área florestal. Na escola é possível trazer o tema como uma discussão mais abrangente. A criação de representações da floresta pode ser uma alternativa nesse debate.

Vejamos alguns exemplos:

A regeneração florestal

No pátio da escola disponha seus alunos maiores perto dos menores formando uma “floresta”.

Veja como cada um consegue espaço suficiente para chegar à luz do sol.

Depois dessa vivência, solicite que relatem a experiência e expliquem como as árvores fazem para se beneficiar de todo o espaço disponível na floresta para crescer e se desenvolver.

Faça uma mesa redonda com a turma para discutir sobre o Protocolo de Quioto e a importância das florestas.

Designe a um grupo de alunos (6 a 8) o nome dos países participantes do Protocolo e o restante da turma para participar como, por exemplo: A floresta amazônica e os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. (Para isso o assunto já deve ter sido discutido em sala de aula) e peça ao grupo para elaborar propostas e, ao auditório, para apresentarem sugestões.

Providencie uma apresentação com convidados experts sobre o assunto para avaliar e complementar a discussão.

Lembrete: importante que os alunos tenham pesquisado e/ou estudado sobre o Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo!

A floresta e os crimes ambientais

Solicite aos alunos fazerem uma pesquisa sobre a Lei de Crimes Ambientais e casos que poderiam aplicá-las;

Com o material coletado, estimule a montagem de uma apresentação na forma de júri simulado, onde se tem o juiz, o infrator ou infratores da lei ambiental, advogados de defesa do meio ambiente e os de defesa dos infratores. Não se esqueça do júri, seis ou mais alunos irão julgar a causa, baseado na pesquisa e o crime cometido.

Estabeleça um tempo para cada personagem do júri.

Comente os resultados e pergunte se o que foi encenado corresponde ao que ocorre na realidade das cidades; como isso afeta a composição da nossa floresta.

Para confrontar, estimule que leiam sobre o assunto em jornais, revistas, na internet.

Convide representantes dos órgãos jurídicos (Vara Especializada do Meio Ambiente, Promotoria Ambiental) e gestores ambientais federais (IBAMA; ICMBio) do estado (SDS, IPAAM) ou município (SEMAS) para o diálogo com os pais e vizinhos acerca do assunto.

PESQUISANDO E FAZENDO TEATRO

O teatro é um recurso que desperta uma grande mobilização entre os alunos. Nem todos têm a habilidade de representar, mas podem participar na elaboração de roteiros, de cenários e outras atividades de bastidor.

A apresentação de uma peça teatral exige tempo e mobilização extraclasse. Precisa ainda de recursos para o vestuário e cenários. Nesse item ter o cuidado para não produzir muitos resíduos, por isso escolha materiais recicláveis ou orgânicos.

Escolha o tema e monte a peça, ou utilize um roteiro já existente adaptando-o para a realidade ou temática de interesse.

Vejamos um exemplo:

Peça Teatral: Floresta e o Solo

Essa proposta tem como objetivo demonstrar a relação da floresta e o solo, reconhecendo a importância desta para os seres vivos e os impactos produzidos numa sociedade atual. Essa peça já foi encenada várias vezes, sendo bastante aceita pela plateia, bem como gerando satisfação aos participantes.

Algumas Dicas:

- **Organize** com alunos os seguintes materiais: Folhas de papel cartão de cores variadas, tesoura sem ponta, cola, fita adesiva incolor, fio látex.
- **Em equipe:**
Desenhe e recorte máscaras dos seguintes animais: minhoco, macaco, formiga, passarinho. Escolha de forma democrática ou consenso na turma, três alunos para representarem os personagens de **narrador**, de **pesquisador(a)** e de **madeireiro(a)**.
- Aproveite a atividade para descobrir talentos artísticos, assim como trabalhar cooperação, senso de organização e responsabilidade.
- O(a) narrador(a) contará a história da floresta e apresentará cada ator da peça, além de interagir com a plateia. Introduzirá ainda os conceitos sobre a floresta e o meio ambiente, bem como a atuação de cada animal na floresta e do homem.
- Estabeleça o calendário de ensaios. Aproveite a peça teatral para envolver outras disciplinas e professores.
- Para apresentação, faça primeiramente na sua sala de aula, depois estenda para toda a escola, independente da data comemorativa, assim como pode apresentar na semana de feira de ciências e/ou cultural.

Floresta e o Solo

Personagens:

1- Narrador(a)

2- Minhoco: Caboclinho

3- Pesquisador(a):

4- Macaco: Garotão

5- Formiga: coitadinha

6- Passarinho: Curioso

7- Madeireiro: Malvado





Roteiro:

(O narrador (N) entra na sala e se apresenta e apresenta o tema da palestra, a história).

N: Aqui temos uma floresta. Alguém sabe o que a gente encontra na floresta?

(estimula a plateia para responder)

N: Isso!!! Na floresta temos um monte de árvores, cipós. Temos igarapés, e temos também muitos animais. E alguns desses ilustres moradores das florestas vieram visitar a gente aqui. Vocês querem saber quem veio visitar a gente?

Ah, não? Mas eu vou apresentar mesmo assim!!! Visitantes!!!!

(A minhoca entra lépida e faceira).

N: Nossa! Quem sabe que bicho é esse? Que minhocão! Muito bem, seu minhoco, o que o senhor faz por aqui?

Minhoco: Oi, pra vocês! Eu moro nessa floresta, mas pouca gente gosta de mim. Todo mudo acha que eu não sirvo pra nada. Que sou nojento, sujo, feio, mas eu sou muito importante.

N: É...e eu te acho meio horroroso. Você é importante mesmo? Afinal, o que você anda aprontando pela floresta?

Minhoco: Ixxi, maninha, eu faço muita coisa! Olha já esse monte de árvore!!! Se estão todas em pé, é graças a mim! Como eu moro debaixo da terra, escavando túneis, eu faço que o solo fique mais cheio de oxigênio e mais fofo.

Ai, maninha, as raízes das plantas se desenvolvem bem melhor. Além disso, mana, até meu cocô é importante, porque é um excelente adubo para as plantas.



N: Ah, esse caboclo aí *está* se achando!

Minhoco: E eu sou mesmo!!!! Mas dá licença, maninha, que eu sou muito ocupado e ainda tenho muita coisa para fazer.

(Seu minhoco fica zanzando no meio da sala)

N: E junto com o minhoco, veio sua comadre, a formiga. Mas como ela é meio surdinha, ela só vai entrar se todo mundo chamar bem alto por ela.
(Grita bem alto!!!)

Formiga: Tô aqui! Estão pensando que eu sou surda?

N: O que você faz por aqui? Está só passeando?

Formiga: Passeando? Eu não tenho tempo para isso! Todo mundo acha que eu não faço nada, que eu passo o dia todo andando de um lado para outro, mas não é nada disso. Eu e minha amiga minhoca moramos debaixo da terra e temos muito serviço por lá. Imagina que eu posso o dia picotando folhas que eu guardo na minha casa e que vão servir de alimento para as plantas, minhocas (*aponta para minhoca*), para mim e para toda a minha família. É muito estresse!

N: Bem que eu notei que você esta meio abatida, mesmo.

Formiga: É muito trabalho, muita responsabilidade. Não paro um minuto. Olha minhas patinhas cheias de calo (*mostra as mãos*), minhas anteninhas torradas de tanto pegar sol (*mostra as anteninhas*).

N: Bom, então vai descansar um pouco, né?

Formiga: É, boa ideia! Tô morta! Ah, mas antes de eu ir, vou apresentar para vocês outro amigo meu, o macaco. Ai, ai...

(A formiga fica jogada num canto. E seu minhoco andando...)



Macaco: E ai, galera! Como vai irmão? Tudo bem, popozuda?

(Abraça o narrador).

N: Gente, esse é...

Macaco: Não precisa me apresentar! Eu sou tipo assim o mais famoso, mais sarado... Pô, irmão, eu sou o macaco. Eu sou o bicho nessa floresta! Tipo assim, quando eu como frutos e sementes bem maneiras, eu espalho novas plantas por aí e, tipo assim, ainda faço com que as semente brotem mais rápido. E, pô irmão, até depois que eu morro e o corpão *bombado* serve como adubo para enriquecer o solo e alimentar as plantas!

(O macaco sai andando todo empinado!!! – Ao mesmo tempo, o passarinho entra correndo na sala!)

N: O que foi passarinho? Nem esperou ser apresentado?

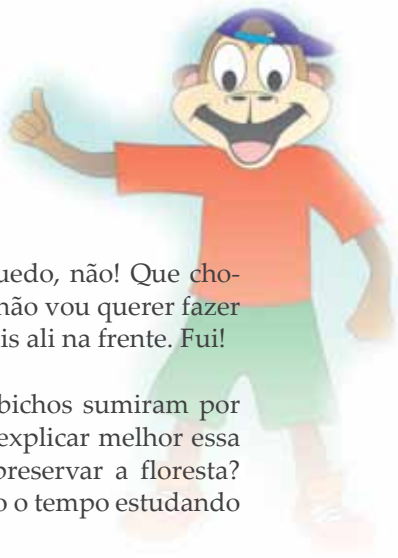
(O passarinho fala correndo pela sala).

Passarinho: Cara!!!! E vem confusão por aí, vem confusão por aí, vem confusão por aí....

(Entra o madeireiro. Todos os bichos paralisados).

Madeireiro(vilão): (gritando) Não é brinquedo, não! Ah, ah, ah!! Não vai sobrá nada! Vou *derrubá* tudo! Vou vendê toda essa madeira! Vou *queimá* essas árvores mais baixas. Ah, depois vou *passá* um trator por aqui e botar um pasto com uns boizinhos, lindo, um gramado bem verdinho, parecendo um campo de futebol. E depois, se não der certo, abandono isso aqui e vou desmatar em outro lugar. Não é brinquedo, não!

(O madeireiro corre com a motosserra de um lado pro outro. Os bichos correm e gritam pelo meio da plateia: Socorro! Socorro! Só o narrador fica no canto da sala. Todos os bichos saem da sala, fugindo do madeireiro. Depois que os bichos saem, o madeireiro para de destruir e olha o estrago que fez.)



Madeireiro (vilão): (*sério, sem gritar*). Não é brinquedo, não! Que choque! Derrubei tudo! Mas, pensando bem, acho que não vou querer fazer mais nada aqui, não. Vou procurar uma floresta mais ali na frente. Fui!

N: Tudo destruído! Nenhuma árvore em pé e os bichos sumiram por falta de comida e por falta de abrigo. Quem pode explicar melhor essa tragédia? Quem pode explicar por que se deve preservar a floresta? Quem pode explicar é o pesquisador, que passa todo o tempo estudando o solo da floresta. Entra pesquisador!

(*Entra o pesquisador e o passarinho*).

Pesquisador: Boa tarde! Puxa! Quando pensamos na floresta, nós pensamos nos animais, nas árvores, mas não pensamos no solo! E agora? O que vai ser dessa terra toda aí exposta, sem nenhuma proteção das árvores.

Porque quando a gente fica exposto ao sol, à chuva e ao vento, sem nenhuma proteção, (*pega no boné*) a gente fica doente. A mesma coisa acontece com o solo.

Passarinho: Cara, que sinistro!!!! O solo não pode pegar sol? Chuva? Vento?

Pesquisador: Não diretamente. O sol e a chuva são importantes para o solo, mas em grande quantidade, eles podem fazer mal.

Passarinho: Mas e o que acontece quando solo pega muito sol, cara?

Pesquisador: Quem que já pegou muito sol e ficou descascado, ou ficou com muita sede, precisando desesperadamente de água?

Passarinho: Cara, eu já...

Pesquisador: O solo pega muito sol, fica seco, sem água. E nós sabemos que todos os seres vivos precisam de água. Então, o que vai ser dos seres vivos que moram no solo?



Passarinho: A formiga? A minhoquinha? Cara! Sem elas eu é que vou morrer de fome!!! (*faz uma cara triste*).

Pesquisador: Além disso, sem água não temos a decomposição para fornecer os nutrientes.

Passarinho: DE-COM-PO-O quê???

Pesquisador: (*grita no ouvido do passarinho*) **DE-COM-PO-SI-ÇÃO!!!!** É quando as folhas que caem e os animais mortos se desfazem, se transformando em alimento para as plantas e para outros animais. Imagina uma casca de banana seca e uma molhada, qual vai se desfazer mais rápido?

Passarinho: A molhada????

Pesquisador: Isso!!! A casca de banana que foi molhada vai se DECOMPOR mais rápido por causa da água. Assim também acontece com os restos de plantas e animais na floresta.

Passarinho: Pô, sinistro! E a chuva então? Por que muita chuva também faz mal?

(*o pesquisador explica o cenário da árvore*).

Pesquisador: (*pergunta do público*) Alguém tem ideia de como a floresta pode proteger o solo das chuvas? As florestas protegem o solo, impedindo que águas fortes da chuva o destruam. A água cai sobre a copa das árvores e só depois chega ao solo, suavemente. Além disso, a vegetação diminui a velocidade das enxurradas e as raízes dão mais firmeza ao solo, impedindo que pedacinhos do solo sejam carregados pelo vento ou pela água. Resumindo tudo, a floresta é que vai impedir que ocorra a erosão do solo.

N: Agora sou eu que quero saber! O que é erosão?



Pesquisador: é o que acontece quando a água da chuva escorre pelo solo, carregando toda terra preta que é a parte mais rica do solo. E para onde vai essa água, com todo esse solo rico? Tudo se perde nos rios e lagos!

N: Por isso que eu já reparei que no quintal da minha casa, que é todo desmatado, os pingos grossos da chuva formam buracinhos no chão e quando dá uma ventania, o vento parece uma vassoura, levando toda a terra solta que fica por cima.

Pesquisador: Sim, o vento está varrendo a parte mais rica do solo, está varrendo acamada do solo que tem mais nutrientes. Isso só vai piorando a situação, porque sem esses nutrientes que foram varridos, fica mais difícil brotar outra planta. Afinal, ela vai se alimentar do quê?

Passarinho: Peraí, cara! Mas se não tem plantas, eu vou morar aonde?

Pesquisador: Mas nós só estamos pensando nesse solo que foi varrido daqui da floresta. Esse solo que saiu daqui, levado pelo vento, pelas chuvas, vai parar aonde? Vai parar no fundo dos rios, deixando o rio mais raso e, com isso, provocar transbordamento e inundações, causando mortes dos peixes e do próprio rio. Se a gente não tomar cuidado, o que é floresta pode acabar virando um deserto. Aliás, sabia que isso já aconteceu em outros lugares do mundo? Sabe a terra onde Jesus nasceu? Pois bem, muito antes dele nascer, aquilo era uma floresta linda, cheia de animais. Depois de cortarem todas as árvores para fazer casas e navios ou usarem como lenha o solo empobreceu tanto que aquela região virou deserto e continua assim até hoje! Já pensou se isso acontecer aqui?

Passarinho: Pô cara, isso tudo é muito sinistro. Mas nós não vamos deixar nossa floresta virar deserto. Peraí que eu vou chamar o resto da galera!

(Os outros bichos entram).

Minhoco: Ah, maninho, viver num lugar sem floresta? Eu não vou mesmo! Eu não vou conseguir cavar meus túneis num solo duro e seco. E olha, já vê se dá para misturar meu cocô numa terra dessa.

Formiga: Viver sem floresta? Como eu vou trabalhar? Cadê as folhas para eu alimentar minha família? Ai, ai...*(coça a cabeça)*

Macaco: Olha, irmão, sem comentários. Cadê as árvores, as sementes, as *popozudas*? Aqui não tá maneiro, não.

Pesquisador: Bom, já que numa terra assim não dá para a bicharada viver, o jeito é tentar reconstruir, replantar, para poder devolver a casa deles.

(O pesquisador fala com a plateia).

Pesquisador: E para isso é preciso se conscientizar, é preciso preservar a floresta que está inteira e tentar recuperar o que foi desmatado. Assim, nós vamos manter condições de sobrevivências para nós humanos e para eles *(aponta os bichos)*.

Oba, Oba, Oba..... *(Todos cantam felizes)*.

FIM!



Este texto teatral foi criado no contexto do projeto “Jovem Pesquisador”, desenvolvido em 2004 no Laboratório de Psicologia e Educação Ambiental (LAPSEA) em parceria com o Laboratório de Manejo Florestal (LMF), ambos do INPA, que naquele ano o processo educativo se ancorou no tema das florestas.

Verifica-se que o tema continua sendo bastante atual. E a encenação teatral da peça, basicamente ressaltando a relação da floresta com o solo, foi o gancho. E todo processo que envolveu a construção das personagens, a confecção dos materiais e cenário, além dos ensaios e as apresentações dentro do grupo e em eventos externos, se mostrou propício para a consolidação de conteúdos, para o fortalecimento das relações intragrupal, para descobertas de habilidades artísticas individuais, além da elevação da auto-estima dos participantes.

Some-se a isso o fato de que a linguagem teatral potencializa que a mensagem principal seja compartilhada de maneira lúdica, leve, sem deixar de abordar questões mais complexas e necessárias, permitindo que o público possa elaborar suas próprias questões e reflexões.

**Acredite, ouse, crie, recrie,
se comprometa, aposte, faça,
ensine , aprenda!**



Índice remissivo

- agricultura itinerante 112
água no solo 128, 135, 136, 139, 140, 143
alburno 76, 259, 260, 261
altura média 87, 224
amazônia 41, 43, 45, 48, 56, 65, 68, 69, 72, 73, 77, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 96, 98, 101, 102, 104, 105, 107, 110, 111, 112, 120, 122, 123, 124, 126, 137, 139, 140, 146, 148, 149, 150, 151, 153, 164, 166, 167, 173, 180, 181, 182, 202, 203, 208, 213, 219, 220, 222, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 238, 241, 242, 243, 247, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 258, 267, 275, 276, 279, 281, 283, 285, 312, 287, 288, 289, 291, 292, 294, 295, 296, 297, 299, 301, 302, 307, 308, 343, 349, 350, 354, 355, 356, 361, 384, 390
Amazônia Legal 21, 124, 251
anéis de crescimento 76, 80
anta 157, 166
anti-malthusianista 319
aprendizagem 367, 371, 373, 375, 376, 387, 392
arborícolas 57
área foliar 147, 203, 204, 206, 207, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 220, 221
Argônio 190
armazenamento 97, 134, 136, 140, 141, 363
Armazenamento de água no solo 135
artefatos 264, 265, 274, 277, 283, 284, 289
árvore 41, 48, 51, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 82, 84, 86, 87, 92, 96, 175, 176, 177, 178, 179, 223, 242, 243, 244, 245, 247, 251, 258, 259, 263, 265, 277, 311, 290, 337, 360, 395, 404, 407, 408
arvorismo 341
ascensão capilar 131, 134
assoreamento 100, 115, 118, 143
atitudes 156, 313, 320, 305, 357, 372, 382, 385
atividade de turismo 333, 335, 336, 348
atividades pedagógicas 367
avaliação 180, 235, 236, 238, 277, 367, 374, 375, 379
Bacia Amazônica 17, 21, 22, 23, 124, 153, 231, 289
bacia hidrográfica 123, 131, 132, 138, 150
balanço de energia 200, 201
balanço hídrico 133
bandas dendrométricas 80
Biocenose 43
biociclos 41, 43
biocombustíveis 36
biodiversidade 28, 29, 30, 33, 36, 61, 67, 101, 113, 115, 117, 125, 144, 172, 233, 251, 312, 289, 290, 295, 341, 359, 360, 363, 396, 418, 422, 424
bioeconomia 31
bioma 41, 42, 43, 45, 47, 359
biomassa 60, 62, 65, 67, 108, 114, 123, 226, 243, 244, 255, 267
biosfera 41, 42, 43, 223, 239
biótopo 44
briquetagem 267
cálculo 102, 104, 107, 230
campina 54, 106, 232
campinarana 54, 105, 106, 232
carbono 62, 65, 66, 67, 80, 81, 82, 113, 122, 190, 223, 224, 225, 226, 235, 236, 237, 238, 241, 243, 244, 245, 247, 248, 255, 266, 363, 389, 390, 391
castanheiros 167, 168, 294
cerne 76, 259, 260, 261, 315
chapas compensadas 271
chico-preto 155, 156, 180
chuva de sementes 112, 122
ciclagem de nutrientes 46, 101, 108, 109, 114, 115, 117, 148
ciclo hidrológico 127, 128, 129, 130, 131, 139, 148, 362
cicloturismo 341, 345
cidadania 322, 299, 303, 383
cipó 54
clima 24, 31, 41, 42, 43, 48, 49, 61, 66, 71, 72, 73, 74, 76, 80, 81, 92, 104, 117, 123, 127, 128, 146, 147, 149, 150, 172, 184, 185, 186, 202, 208, 218, 223, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 263, 360, 363, 389
clima amazônico 147
coleta botânica 90
comportamento ecológico 324
composição da atmosfera 190, 191, 192, 239, 389
conceito de tradição 295, 296
conduta humana 314, 328
conhecimento tradicional 84, 85, 290
consciência ambiental 313
constante solar 187, 193, 195
contemporaneidade 319

- contexto histórico 312
 convivência 289, 350, 365, 375, 376, 377
 cornucopista 319
 crescimento 48, 53, 54, 60, 61, 64, 71, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 101, 103, 144, 171, 251, 263, 312, 319, 320, 337, 351, 376
 crescimento desordenado 312
 crescimento econômico 319, 320
 crescimento individual 61, 71, 77, 78, 80, 376
 Cristianismo 316
 cuidado 91, 94, 157, 270, 327, 363, 380, 381, 383, 395, 396, 398, 401, 409
 cultura 148, 151, 180, 287, 289, 290, 291, 296, 297, 299, 300, 303, 304, 396
 cultura nativa 312
 curso 131, 209, 213, 367, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378
 cutia 166, 167, 168
 dendrocronologia 80, 81
 dendrologia 84
 densidade da madeira 264, 280
 desenvolvimento 48, 60, 71, 73, 75, 76, 77, 97, 125, 150, 151, 161, 186, 237, 238, 240, 255, 257, 263, 267, 274, 275, 282, 284, 285, 312, 320, 321, 322, 325, 292, 293, 294, 295, 296, 307, 334, 336, 337, 339, 345, 351, 352, 353, 355, 360, 362, 371, 378, 385, 387, 388, 389
 desenvolvimento capitalista 322, 292
 desflorestamento 109, 315
 desmatamento 139, 143, 144, 146, 149, 172, 237, 238, 241, 249, 250, 251, 254, 287, 361, 390, 394
 diálogo 365, 367, 379, 380, 394, 400
 dinâmica florestal 61, 67, 172
 dióxido de carbono 66, 113, 190, 226, 235, 389, 390, 391
 dispersão 57, 73, 160, 161, 162, 165, 167, 168, 169, 181, 182, 242
 dispersão de sementes 160, 161, 162, 167, 168, 169, 181, 182
 dispersores de sementes 58, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 172
 dispositivos experimentais 207
 diversidade 45, 49, 50, 52, 54, 58, 67, 71, 75, 83, 85, 102, 123, 146, 153, 159, 160, 161, 279, 303, 306, 331, 336, 343, 359, 367, 383, 394
 divindades 311, 315
 Downburst/blowdown/roça de ventos 251, 252, 254
 ecológica 125, 157, 317, 320, 345, 353, 394
 ecologização de populações 291, 294
 ecoregiões 41
 ecossistema 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 50, 54, 57, 58, 59, 60, 65, 68, 132, 312, 331, 333, 347, 351, 352, 383
 Ecótonos 43
 ecoturismo 339, 340, 341, 345, 346, 347, 348, 349, 351, 352, 355, 356
 educação ambiental 96, 328, 329, 340, 348, 355, 358, 359, 369, 380, 382, 384, 385, 388, 411
 efeito estufa 65, 113, 190, 224, 225, 227, 239, 251, 389, 390
 El Niño 66, 183, 253
 energia 46, 57, 73, 125, 127, 132, 133, 140, 142, 186, 187, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 200, 201, 202, 203, 216, 219, 224, 256, 263, 264, 265, 266, 267, 277, 348, 389
 ensino 176, 178, 368, 369, 388, 391
 epífitas 51, 54, 75, 105, 106
 erosão 115, 116, 117, 118, 140, 144, 232, 315, 394, 408
 escassez de recursos 171, 319
 escoamento pelo tronco 128
 escoamento superficial 128, 129, 131, 134, 142, 143
 escola 80, 148, 149, 150, 298, 299, 359, 360, 361, 364, 365, 367, 368, 370, 373, 374, 378, 379, 380, 381, 385, 387, 393, 395, 399, 402
 espécies florestais 61, 66, 73, 82, 85, 258
 espectros da radiação 194
 espeleologia 341, 345
 estética 274, 275, 276, 281, 282, 331, 351, 396
 estoque 62, 147, 167, 223, 241, 242, 247, 248, 389
 estratosfera 188, 224
 estrutura da atmosfera 188
 estruturas florestais 123
 ética humana 315
 etiqueta com informações 96
 evaporação 66, 130, 138, 139
 evapotranspiração 129, 130, 133, 134, 139, 143, 146, 147, 219
 exploração madeireira 110, 111
 exsicata 92, 95, 96, 97

famílias botânicas 83
 fauna do solo 108
 fenologia 61, 66, 72, 73, 263
 floresta 41, 43, 44, 45, 48, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 80, 81, 82, 83, 98, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 122, 123, 128, 130, 133, 134, 137, 138, 140, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 169, 172, 174, 176, 177, 178, 179, 182, 184, 185, 202, 204, 208, 209, 216, 220, 221, 223, 229, 230, 232, 233, 237, 238, 241, 242, 243, 246, 247, 248, 249, 251, 252, 254, 257, 258, 259, 262, 265, 276, 311, 312, 313, 326, 327, 287, 288, 289, 295, 298, 304, 307, 310, 331, 332, 333, 336, 343, 347, 349, 350, 351, 352, 359, 360, 361, 362, 363, 365, 366, 369, 371, 373, 375, 378, 379, 380, 383, 384, 385, 387, 388, 389, 390, 391, 399, 400, 401, 402, 404, 406, 407, 408, 409, 410, 411
 floresta - cobertura florestal 101, 102, 108, 109, 112, 114, 116, 117, 128, 132, 133, 139, 140, 362
 floresta amazônica 41, 61, 68, 81, 82, 83, 98, 123, 147, 152, 223, 229, 241, 248, 249, 257, 351, 352, 359, 360, 361, 362, 366, 379, 380, 383, 388, 390, 391, 400
 floresta de baixio 106
 Floresta de Platô 104
 Floresta Ombrófila 104
 floresta primária 65, 68, 80, 83, 98, 149, 243
 forças capilares 131, 136
 formação de professores 328, 366, 372
 formiga taóca ou formigas de correição 158
 forragear 159
 fósforo 102, 103, 104, 107
 fragmentos florestais 326
 frugivoria 160, 162, 169, 181
 função (experimental) de Planck 194
 função social da floresta 332, 333
 fuste 87, 259, 277
 gás carbônico 16, 81, 171, 225, 389, 391
 gases de efeito estufa 65, 224, 225, 239, 251, 389, 390
 grande seca 253, 254
 grutas 338, 345, 346
 herborização 90, 91, 92
 homogeneidade 14, 279
 homus urbanus 326
 humanidade 122, 125, 154, 172, 265, 315, 319, 291
 húmus 102, 106, 108, 114
 ictiofauna 34
 idade das árvores 76, 80, 81, 82
 identidade rural 325
 identificação de árvores 83, 259
 ideologia 320, 322
 igapó 49, 50, 51, 54, 106, 123, 165, 166
 igarapés 49, 106, 115, 126, 128, 129, 131, 138, 144, 146, 350, 404
 incremento 61, 77, 81, 205, 351, 352, 390
 infiltração 128, 140, 143
 instrumentos musicais 256, 277
 intemperismo 102, 103, 106
 interações bióticas 153, 172
 Internacionalização 18
 inventário florestal 85, 86, 242, 243, 244, 247, 248
 inventário florístico 68, 85, 98
 inversão de modelos 209
 Jardim Botânico de Manaus 350
 jogos educativos 388
 judaísmo 317, 322
 latitude 124, 197
 lazer 125, 144, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 338, 339, 345, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 384
 lei de Stefan-Boltzmann 194
 liteira 104, 108
 lixiviação 55, 108, 143
 longitude 196
 lugar de moradia 325
 LVL 196, 270, 271
 macaco-aranha 164
 macaco barrigudo 164
 macaco guariba 157
 madeira 53, 63, 126, 361, 362
 madeira bruta 267
 madeira falquejada 268
 madeira laminada Colada 269
 madeira roliça 267
 madeiras 84, 257, 258, 264, 267, 268, 269, 270, 271, 274, 275, 279, 280, 281, 283, 285
 Madeira serrada 268
 Magnésio 102, 114
 mata 43, 82, 155, 168, 229, 311, 326
 matéria orgânica 54, 102, 103, 104, 105, 106,

- 109, 114, 115, 135
mato 85, 311, 326
MDF 272, 273
mediação 371
medidas de radiação solar 209, 221
memória 315, 322, 325, 327
mesosfera 188, 224
microclima 48, 72, 73, 360
microorganismos 43, 55, 108
mitos 13, 19, 311
Modelo de Janzen-Connell 161
modernidade 322, 297, 307
morcegos frugívoros 164
movimentos ambientalistas 320
mudanças climáticas 61, 223, 231, 232, 234, 236, 241, 246, 248, 252, 254, 380, 388, 389, 390, 391
Museu da Amazônia 350
mutualismo 160, 181
natureza 57, 127, 169, 177, 182, 203, 212, 225, 236, 251, 263, 286, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 322, 323, 324, 325, 328, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 294, 295, 308, 333, 336, 337, 338, 344, 345, 348, 350, 361, 371, 374, 383, 384, 398
nicho 59
nitrogênio 101, 103, 104, 114, 188, 224
nutrientes 46, 49, 50, 54, 55, 57, 63, 66, 73, 91, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 112, 114, 115, 116, 117, 123, 126, 135, 139, 140, 143, 148, 161, 171, 394, 408, 409
observação 197, 209, 212, 213, 316, 337, 341, 343, 393, 394, 399
observação de pássaros 341, 343
ociosidade 262, 277
OSB 273
oxigênio 51, 136, 137, 188, 224, 389, 404
ozônio 188, 190, 224, 389
paisagem 48, 49, 54, 57, 132, 180, 234, 313, 325, 326, 288, 290, 331, 336, 338, 350, 354, 362, 393
parasitismo 155, 156
pastagem 58, 110, 112, 140, 147
pensamento antropocêntrico 318
pensamento europeu 314
pensamento filosófico 314, 315
pensamento judaico-cristão 317
pensamento socrático 315
percepções 323, 348, 353, 384, 399
percolação 131, 140
pertencimento 325, 358, 371
pesticidas 320
Physis natura 313
pipira 155, 156, 180
planejamento 349, 353, 355, 368, 370, 374, 387, 391
polinização 72, 154
políticas 111, 320, 292, 295, 296, 297, 306, 339, 348, 351, 352, 354, 361, 366, 368, 380
POM 257, 281, 282
Ponto de Murcha Permanente 135
potássio 102, 103, 104, 114
povos tradicionais 286, 291, 293, 294, 295, 304
práticas ambientais 324
práticas históricas 311, 327
precipitação 24, 66, 74, 77, 102, 113, 123, 128, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 139, 141, 146, 147, 227, 228, 229, 233
precipitação interna 128, 134, 141
predação 157, 159, 161
prensagem 92
progresso 318, 319, 320, 325, 326, 292, 296
queimadas 100, 112, 113, 114, 234, 312, 391, 392, 394
radiação solar em coberturas vegetais 202
radiação solar e radiação terrestre 192
raízes 51, 54, 58, 72, 76, 82, 102, 106, 107, 108, 114, 130, 134, 140, 148, 173, 226, 242, 243, 244, 245, 247, 259, 260, 314, 322
recursos didáticos 367, 387
recursos hídricos 125
recursos não madeireiros 35
relação pessoa-floresta 332
relações desarmônicas 154
relações harmônicas 154, 160
Reserva Florestal Adolpho Ducke 144, 146, 210, 211, 213, 349
resíduos 102, 146, 265, 266, 267, 277, 278, 279, 283, 285
resistência da madeira 264, 265
rio Amazonas 13, 22, 23, 126
rochas 102, 106, 127, 128, 225, 230, 336, 346
rusticidade 326, 348
safári ecológico 394
sapopema 51
savana 41

seguidores de formigas taóca 158
 serapilheira 54, 104, 106, 107, 108, 109, 114, 226
 serrarias 261, 268, 277, 283
 serviços ambientais 36, 117, 172, 331, 359, 362, 363, 380
 significados existenciais 311
 simbólico 323, 325, 365
 sistema climático da Terra 41, 186, 223
 sistema solar 187, 191
 sociodiversidade 323, 359
 solos 15, 17, 24, 25, 45, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 68, 102, 104, 108, 123, 143, 232, 234, 241, 244, 247, 331
 solos - acidez 25, 104
 solos - argila 104, 117
 solos - argissolos 105
 solos - atividade biológica 102, 140
 solos - degradação 100, 113, 115, 143, 144, 238, 251, 261, 299
 solos - encostas 78, 105, 115, 116, 117, 137
 solos - espodosolos 105
 solos - fertilidade 47, 49, 53, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 114, 116, 117, 123
 solos - formação 64, 102, 103, 104, 107, 110
 solos - latossolos 104, 105
 solos - neossolos 106
 solos - oligotróficos 105
 solos - podzóis 106
 solos - Terra Preta do Índio 107
 solos - tipos 45, 66, 102, 104, 105
 solos da Amazônia 101, 234
 solos florestais 102
 sonda de nêutrons 142
 sucessão florestal 60
 sustentabilidade 113, 258, 285, 356, 361
 tempo 61, 66, 67, 72, 73, 74, 75, 77, 80, 87, 102, 103, 112, 115, 128, 133, 134, 141, 142, 144, 177, 191, 192, 197, 219, 223, 224, 227, 230, 234, 257, 263, 274, 275, 276, 283, 319, 327, 333, 334, 338, 341, 345, 348, 361, 366
 temporalidade 325
 termosfera 188, 224
 terra firme 47, 49, 53, 54, 58, 68, 69, 98, 105, 107, 120, 123, 140, 146, 337, 349
 tipos de água dos rios na Amazônia 126
 topografia 45, 48, 61, 102, 104, 105, 106, 132
 toras 258, 262, 265, 267, 268, 269
 transferências radiativas 205
 transpiração 130, 138
 trilhas 341, 342, 250
 troposfera 188, 224
 turismo 37, 38, 125, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 384
 unidades de conservação 324, 303, 338, 341, 347, 361
 valores 123, 187, 198, 209, 210, 211, 212, 213, 218, 254, 311, 313, 324, 296, 300, 331, 348, 357, 372, 380, 381, 383, 385, 396
 vapor d'água 190, 191, 203, 224, 389
 variabilidade da Radiação Solar 192, 203, 204, 212, 218
 várzea 47, 49, 50, 51, 53, 54, 68, 106, 123
 vitória-amazônica 52
 vivências 323, 332, 345, 364, 371, 372, 376, 380, 393
 voçorocas 115, 116, 117, 121
 zoocoria 73, 161

Breve apresentação dos autores

ALBERTO CARLOS MARTINS PINTO

Coordenador Técnico do Projeto – Dinâmica do Carbono da Floresta Amazônica - CADAF; Doutor em Ciências Florestais. Área de Atuação: Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Manejo Florestal, Inventário Florestal, Dinâmica de Florestas Tropicais, Estatística para determinação de volume, biomassa e carbono das Florestas Tropicais. amartins@inpa.gov

ADRIANO JOSÉ NOGUEIRA LIMA

Doutor em Ciências de Florestas Tropicais; Pesquisador Colaborador do LMF/INPA; Diretor Técnico da Hdom Engenharia e Projetos Ambientais. Área de Atuação: Manejo Florestal com enfoque em Inventário Florestal Contínuo (IFC); Dinâmica Florestal; Alometria de volume de madeira e biomassa. adriano@hdom.com.br

ANA CARLA BRUNO

Pesquisadora do INPA; Doutora em Antropologia Linguística; Docente colaboradora do curso de Pós-Graduação em Antropologia Social da UFAM. Área de Atuação: Relação Língua e Cultura; Língua e Poder; Língua e Identidade. abruno@inpa.gov.br

ARI DE OLIVEIRA MARQUES

Pesquisador Titular do INPA; Doutor em Hidroclimatologia. Área de atuação: Micrometeorologia e Hidrologia, enfocando modelagem física e matemática das transferências de massa e de energia em sítios experimentais da Amazônia. ari@inpa.gov.br

ARNALDO CARNEIRO FILHO

Pesquisador Titular do INPA; Doutor em Paleoecologia; Pós-doutorado na Universidade de Wageningen. Atualmente Assessor Técnico da Secretaria de Ações Estratégicas (SAE). Área de Atuação: Ecologia da Paisagem, Gestão Territorial, Análise e Modelagem Espacial.

CACILDA ADÉLIA SAMPAIO DE SOUZA

Mestre em Ciências Florestais e Ambientais; Pesquisadora Colaboradora do LMF/INPA; Bolsista do PCI/MCT/INPA. Área de Atuação: Manejo Florestal; Cintas Dendrométricas; Crescimento Individual de Árvores; Aspectos Silviculturais do Crescimento; Incremento da Floresta Amazônica; Nutrição Florestal. adelia_sampaio@yahoo.com.br

CAMILA CARLA DE FREITAS

Pesquisadora-bolsista do LAPSEA/INPA; Mestre em Ciências Biológicas com ênfase em Ecologia. Área de Atuação: Educação Ambiental, Ecologia e Conservação de Animais Silvestres; Gestão de Áreas Protegidas na Amazônia. camifreitas.bio@gmail.com

CATARINA DA SILVA MOTTA

Pesquisadora Titular do INPA; Mestre em Entomologia. Área de Atuação: Sistemática e Taxonomia de Grupos Recentes e Ecologia de Lepidoptera (mariposas). motta@inpa.gov.br

CLAUDETE CATANHEDE DO NASCIMENTO

Pesquisadora Titular do INPA; Doutora em Ciências Biológicas (Botânica). Área de atuação: Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais; Tecnologia social. catanhed@inpa.gov.br

DANIEL MAGNABOSCO MARRA

Engenheiro Florestal; Doutorando em Botânica e Biodiversidade Funcional pela Universidade de Leipzig e Instituto Max Planck (Jena), Alemanha; Colaborador do Laboratório de Manejo Florestal (LMF/INPA). Área de Atuação: Inventário Florestal e Florístico, Dinâmica e Sucessão Florestal. danielmmarra@gmail.com

ESTEVÃO VICENTE CAVALCANTE MONTEIRO DE PAULA

Pesquisador Titular do INPA; Doutor em estrutura da madeira; Coordenador de Ações Estratégicas do INPA. Área de atuação: Engenharia da madeira e utilização de Produtos Florestais. estevao@inpa.gov.br

FERNANDA DIAS COSTA BANDEIRA VIEIRA

Educadora ambiental do LAPSEA/INPA; Especialista em Educação Ambiental. Área de atuação: Educação Ambiental com Escolares. Disseminação e Divulgação do Conhecimento Científico. bandeira@inpa.gov.br

FLÁVIA MACHADO DURGANTE

Engenheira Florestal; Mestre em Ciências de Florestas Tropicais; Pesquisadora colaboradora do Laboratório de Manejo Florestal do INPA. Área de atuação: Manejo, Inventário e Ecologia Florestal com enfoque em Novas Técnicas para Distinguir Espécies; Desenvolvimento Rural, Educação do Campo e Agroecologia. flavia.durgante@inpa.gov.br

FRANCISCO FELIPE XAVIER FILHO

Técnico em Entomologia do INPA; Especialista em Curadoria da Coleção de Invertebrados. Graduando em Ciências Biológicas. Área de Atuação: Entomologia. ffelipe@inpa.gov.br

FRANCISCO GASPARETTO HIGUCHI

Engenheiro Florestal; Mestre em Manejo Florestal; Doutorando em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, Bolsista da FAPEAM e Pesquisador Colaborador do LMF/INPA. Área de atuação: Mensuração Florestal, Inventário Florestal, Manejo Florestal, Dinâmica da Floresta, Florestas e Mudanças Climáticas. fghiguchi@gmail.com

GENOVEVA CHAGAS DE AZEVEDO

Pesquisadora do INPA; Mestre em Psicologia; Doutoranda em Psicologia Cognitiva na Universidade Federal de Pernambuco; Bolsista da FAPEAM. Área de Atuação: Formação Docente; Processos Grupais; Representação Social e Meio Ambiente; Educação Ambiental; Cognição e Cultura. genoveva@inpa.gov.br

GIULIANO PIOTTO GUIMARÃES

Engenheiro Florestal; Mestre em Ciências de Florestas Tropicais; Professor do Curso de Engenharia Florestal da UEA - Universidade do Estado do Amazonas. Área de atuação: Manejo Florestal; Política e Legislação Florestal; Mudanças Climáticas. gmanaus@gmail.com

JOÃO B. S. FERRAZ

Pesquisador Titular do INPA; Doutor em Solos e Nutrição de Plantas. Área de atuação: Solos; Nutrição Florestal; Reflorestamento para Recuperação de Áreas Degradadas. jferraz@inpa.gov.br

JOAQUIM DOS SANTOS

Pesquisador Titular do INPA; Doutor em Ciências Florestais. Área de atuação: Manejo Florestal, Biomassa Florestal. joca@inpa.gov.br

MANOELA LIMA DE OLIVEIRA BORGES

Pesquisadora-bolsista da Coleção de Mamíferos do INPA; Mestre em Ecologia. Área de atuação: Ecologia com ênfase em Efeitos da Fragmentação Florestal; Ecologia e Taxonomia de Pequenos Mamíferos; Curadoria de Coleções. borgesmanoela@gmail.com

MÁRCIO ROGÉRIO MOTA AMARAL

Engenheiro Florestal; Mestrando do PPG-CFT/INPA. Colaborador do Laboratório de Manejo Florestal do INPA. Área de atuação: Manejo Florestal, Dinâmica Florestal; Inventário Florestal; Dendrometria; Identificação Botânica. marcius.rogerius@gmail.com

MARIA DE NAZARÉ DE LIMA RIBEIRO

Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia; Especialista em Ecoturismo. Pesquisadora Colaboradora do LAPSEA/INPA. Área de Atuação: Turismo, Educação Ambiental e Gestão Ambiental. naza.limaribeiro@gmail.com

MARIA INÊS GASPARETTO HIGUCHI

Pesquisadora Titular do INPA; Doutora em Antropologia Social; Professora dos PPG-CASA/UFAM e PPSI/UFAM. Área de Atuação: Comportamento socioambiental nos enfoques da Psicologia e Antropologia Social; Percepção e Cognição Ambiental; Educação Ambiental; Psicologia Ambiental. higuchi.mig@gmail.com

NEILA MARIA CAVALCANTE DA SILVA

Engenheira Florestal. Mestre em Ciências de Florestas Tropicais. Área de Atuação: Assessoria Técnica, Acompanhamento, Monitoramento e Avaliação de Projetos na Área Ambiental; Organização Comunitária; Educação Ambiental; Licenciamento Ambiental Florestal. mailneila@gmail.com

NIRO HIGUCHI

Pesquisador Titular do INPA; Doutor em Manejo Florestal; Pós Doutorado em Manejo Florestal. Área de Atuação: Manejo Florestal; Dinâmica do Estoque de Carbono nas Florestas; Biomassa Florestal. higuchi.niro@gmail.com

PRISCILA CASTRO DE BARROS

Mestre em Ciências de Florestas Tropicais; Pesquisadora Colaboradora do LMF. Área de atuação: Manejo de Florestas Tropicais com enfoque em Inventário Florestal; Carbono florestal; Dinâmica Florestal; Dendrometria. pbarros83@gmail.com

RODRIGO PINHEIRO BASTOS

Engenheiro Florestal; Mestre em Ciência de Florestas Tropicais; Bolsista DTI do INPA. Área de atuação: Recuperação de Áreas Degradadas; Bioengenharia; Nutrição Florestal, Solos e Ecofisiologia. robaggioefl@gmail.com

ROSEANA PEREIRA DA SILVA

Doutora em Ciências de Florestas Tropicais; Pesquisadora Colaboradora do Laboratório de Manejo Florestal do INPA; Bolsista do PCI/MCT/INPA. Área de Atuação: Biomassa Total da Vegetação com o enfoque para Alometria; Estoque e Dinâmica de Florestas; Manejo Florestal; Dendrômetros Automáticos; Bandas Dendrométricas; Crescimento Individual de árvores e Incremento da Floresta Amazônica. roseanaps@yahoo.com.br

ROSEMARY SILVA VIEIRA

Pesquisadora-Bolsista do INPA; Doutora em Ecologia e Recursos Naturais. Área de atuação: Conservação da Biodiversidade; Ecologia de Interações; Divulgação Científica. rvieira.2009@gmail.com

SÁVIO JOSÉ FILGUEIRAS FERREIRA

Pesquisador Titular do INPA; Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental. Área de Atuação: Hidrologia, com ênfase nos estudos da Água no Sistema Solo-planta-atmosfera e Ciclagem de Nutrientes. savio@inpa.gov.br

SYLVIA SOUZA FORSBERG

Psicóloga; Mestranda em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPGCASA/UFAM. Pesquisadora colaboradora do LAPSEA/INPA. Área de atuação: Psicologia Ambiental, Saúde Ambiental, Cognição Ambiental e Educação Ambiental, Ecossistemas Urbanos e Sustentabilidade. sylviaforsberg@gmail.com

TATIANE SILVA REIS

Bióloga; Especialista em Meio Ambiente e Mineração; Doutoranda na Universidade das Antilhas e Guiana Francesa. Área de atuação: Reflorestamentos para Recuperação de Áreas Degradadas, Biologia do Solo. tatiane.reis@ecofog.gf

THEREZA MENEZES

Professora no Departamento de Antropologia e Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social/Universidade Federal do Amazonas (PPGAS-UFAM); Doutora em Antropologia Social. Área de atuação: Estudos de Política Territorial da Amazônia e Cartografia Social da Amazônia. therezaccm@uol.com.br

VILANY MATILLA COLARES CARNEIRO

Pós-doutoranda da UFLA; Doutora em Botânica; Bolsista PNPd/CAPES. Área de Atuação: Botânica; Inventário Florístico; Ecologia Aplicada; Biologia Geral. matillav@hotmail.com



Laboratório
de Psicologia e
Educação Ambiental

O LABORATÓRIO DE PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL - LAPSEA é um laboratório da Coordenação de Pesquisas em Sociedade, Ambiente e Saúde (CSAS) do INPA que atua também com interface nos cursos de pós-graduação na UFAM (PPG-CASA e PPPSI).

A diretriz do LAPSEA é centrada nos estudos interdisciplinares sobre o comportamento humano na relação com o ambiente na Amazônia e a mediação da educação ambiental nessa relação.

Os principais tópicos de atuação são: Comportamento socioambiental humano; Cognição e percepção ambiental; Envolvimento comunitário; Produção de recursos didático-pedagógicos; Processos pedagógicos na formação de educadores.



LABORATÓRIO DE MANEJO FLORESTAL

O LABORATÓRIO DE MANEJO FLORESTAL – LMF é um laboratório da Coordenação de Pesquisas em Dinâmica Ambiental (CDAM) que atua também nos cursos de pós-graduação do INPA (Ciências de Florestas Tropicais e Botânica).

A diretriz do LMF é centrada nos estudos de manejo florestal.

Os principais tópicos de atuação são: estoques de volume, biomassa e carbono da floresta e dinâmica dos mesmos; crescimento e desenvolvimento de espécies de interesse econômico; recrutamento e mortalidade de árvores e alometria.

ISBN 978-85-903549-5-6



9 788590 354956



FAPEAM

Secretaria de Estado de
Ciência e Tecnologia



TRABALHANDO PARA CRIAR OPORTUNIDADES



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**

