



CAPÍTULO

3

# Diversidade e Conservação de Árvores

Alexandre Adalardo de Oliveira



Vista do dossel de uma floresta  
de terra firme no baixo Rio Negro.

Foto: Alexandre A. de Oliveira



**C**aminhar por uma floresta na Amazônia é experiência misteriosa. Além da umidade e do calor excessivos, há uma infinidade de sons e formas de vida. Gafanhotos e pererecas coloridas, formigas que caçam cupins, cipós lembrando escadas e raízes gigantes. Um breve olhar ao redor distingue mais de uma dezena de espécies diferentes de árvores. Nas florestas da Europa existem menos espécies de árvores do que em um quarteirão de floresta na Amazônia.

Não sabemos ao certo o que ocasionou essa grande explosão de diversidade na região e tampouco conhecemos todos os organismos que habitam essas florestas. Não é raro serem encontradas “novas espécies”, nunca antes descritas. Alguns cientistas acreditam que o número de espécies ainda desconhecidas na Amazônia pode ser maior do que aquelas já catalogadas. Entender como essa biodiversidade foi gerada e o que a mantém é um dos grandes desafios da ciência. Só conhecendo esses processos poderemos atuar de forma mais racional na exploração dos recursos naturais e ajudar a preservar essa enorme variedade genética

## **DIVERSIDADE**

Existem cerca de 1,5 milhão de espécies de organismos catalogadas no mundo. Alguns estudiosos, entretanto, acreditam que esse número possa chegar a 30 milhões quando tivermos um inventário completo das espécies das florestas tropicais. Estimativas mais conservadoras chegam a pelo menos 5 milhões de organismos. Cerca de 20% das espécies conhecidas ocorrem no Brasil e cerca de metade disso na Amazônia. A flora da Amazônia é bastante típica, mais de 80% das espécies de árvores só ocorrem ali. Algumas espécies são encontradas por toda a região, como o matamatá (*Eschweilera coriacea*); outras, como o cardeiro (*Scleronema micrantum*), apresentam ocorrência mais restrita, no caso só na região do Rio Negro. Algumas espécies de árvores são exclusivas de ambientes, como florestas periodicamente inundadas nas várzeas dos grandes rios ou em solos de areia branca. Outras ocorrem em várias situações diferentes em regiões mais específicas. É possível, portanto, saber a região e o tipo de ambiente reconhecendo a composição das



Foto: Alexandre  
A. de Oliveira



As cores vistosas  
do gafanhoto (acima)  
alertam possíveis  
predadores para o  
gosto desagradável  
de seu corpo.  
O louva-deus  
(abaixo) abre  
as asas para parecer  
maior aos olhos  
de seus inimigos.

Foto: Gustavo Accacio



Anfíbios de terra firme do Rio Negro. Acima, a cor verde da perereca (*Phyllomedusa tomopterna*) facilita a camuflagem entre as folhas. Em contraste, o colorido da rã (*Epiplatys trivittatus*), abaixo, chama a atenção dos predadores para o veneno presente em suas secreções.

Fotos: Gustavo Accacio

espécies de árvores. Entretanto, são necessários anos de estudo e trabalho em campo para fazer esse reconhecimento, e mesmo o mais experiente botânico encontrará espécies que não reconhece.

Quem se aventura a chegar ao Pico da Neblina no alto Rio Negro, o ponto mais alto do Brasil, percorre trilhas que passam por florestas altas e densas nos terrenos mais baixos. À medida que sobe a encosta, percebe que a temperatura diminui, a neblina aumenta, o solo fica mais raso e a floresta torna-se mais baixa e aberta. Já próximo ao Pico a vegetação restringe-se a pequenas ilhas de ervas e arbustos por entre a rocha nua. Essa variação nas condições de clima e solo são acompanhadas por substituição das espécies, o que reflete a diferença na paisagem. Espécies estão adaptadas a certas condições ambientais e não conseguem se perpetuar quando se defrontam com modificações muito acentuadas.

Quanto maior a variedade de ambientes disponíveis em uma região, maior será a quantidade de espécies encontradas. Essa diversidade regional, também chamada de beta, é bastante intuitiva. Índios e caboclos da Amazônia reconhecem os diferentes ambientes e exploram os recursos naturais disponíveis em cada um deles (ver Capítulo 7). Podemos distinguir dois componentes principais relacionados a essa diversidade — um temporal e outro espacial. O espacial está relacionado principalmente a diferenças na qualidade do solo, no relevo e na disponibilidade de água. Distinguimos aqui os principais tipos de vegetação: florestas de terra firme, florestas de montanhas, florestas periodicamente inundadas, florestas na beira de igarapés, florestas sobre solos arenosos, florestas mais secas com cipó, campinas arbustivas, somente para citar alguns. Os sistemas de classificação de vegetação mais simplificados identificam ao menos 21 grupos de vegetações na Amazônia.

A variação temporal está relacionada a distúrbios naturais ocorrentes nessas florestas. O principal agente gerador desses distúrbios é a mortalidade e a queda de árvores formando clareiras; entretanto, eventos menos frequentes, como ventos muito fortes, fogo, entre outros, podem gerar também grandes distúrbios. As clareiras naturais formadas por quedas de árvores são áreas pequenas, em geral menores que  $\frac{1}{4}$  de hectare, onde há uma descontinuidade na cobertura das copas das árvores. Como uma ferida, essa abertura começa a sofrer um processo de cicatrização, que aos poucos vai regenerando a estrutura e formando novamente o dossel contínuo. Esse processo é acompanhado também pela substituição de espécies adaptadas às diferentes condições que vão sendo criadas. Logo no início, as clareiras são ocupadas por ervas, arbustos e árvores jovens adaptados a condições diferentes daquelas encontradas no interior da floresta, como maior intensidade de luz, menor umidade do ar e maior variação na temperatura. Logo, as árvores jovens

vão crescendo e provocando um maior sombreamento no interior da clareira. Depois disso, espécies típicas de florestas mais maduras começam a germinar já em condições mais similares àquelas vigentes antes da queda da árvore. Dessa forma, podemos considerar a floresta como um mosaico de vegetação com idades distintas, uma malha intrincada de clareiras em diferentes fases de regeneração. Esse processo é uma fonte importante de diversidade biológica, pois permite que espécies adaptadas a diferentes condições coexistam em diferentes fases na mesma floresta.

As taxas de mortalidade e formação de clareira em florestas de terra firme no baixo Rio Negro são de cerca de 1% ao ano, ou seja, cerca de seis das 600 árvores encontradas em um hectare de floresta morrem a cada ano. Existem árvores seculares nessas florestas; um tauari (*Cariniana micrantha*), com mais de 1,5 metros de diâmetro, foi datado como tendo cerca de 1.400 anos. No baixo Rio Negro, a média de idade das árvores com cerca de 1 metro de diâmetro é de 500 anos. Entretanto, a maioria das espécies alcança dimensões e idades menores. Entre quase 2 mil árvores amostradas em 3 hectares, na mesma região, 60% apresentavam entre 10 e 20 cm de diâmetro e apenas três tinham mais de 90 cm. Para uma árvore alcançar dimensões grandes, precisa sobreviver a vários eventos de distúrbios e formação de clareira, já que estes são mais freqüentes na floresta do que o ciclo de vida dessas árvores.

Esses processos que descrevemos são com certeza uma das grandes fontes de biodiversidade da Amazônia, mas são insuficientes para explicar a diversidade encontrada na região. Existe outro tipo de diversidade, chamada de local ou alfa, que ainda não conseguimos explicar completamente. Ela foge da idéia intuitiva da seleção natural, que prevê que uma árvore que cresce mais rápido e alcança, antes das outras, a luz acima das copas produz mais sementes, deixa descendência mais numerosa e prevalece no ambiente. Por esse processo, como acontece em florestas de climas mais frios, poucas espécies de árvores coexistiriam em um mesmo ambiente. O mecanismo pelo qual uma espécie mais bem adaptada tende a extinguir outras ao competir pelos mesmos recursos naturais (espaço, luz, nutrientes, etc.) é chamado de exclusão competitiva e foi documentado em diversos experimentos laboratoriais.

No entanto, nas florestas amazônicas podem ser encontradas mais de 300 espécies de árvores de grande a médio porte – ou mais de 470, se incluídas as de pequeno porte – em uma quadra de 100 metros de lado (1 hectare). Isso representa mais do que todas as espécies de árvores da Europa. Já que as condições ambientais, no caso de uma parcela dessa dimensão, são praticamente as mesmas, como é possível a convivência de tantas



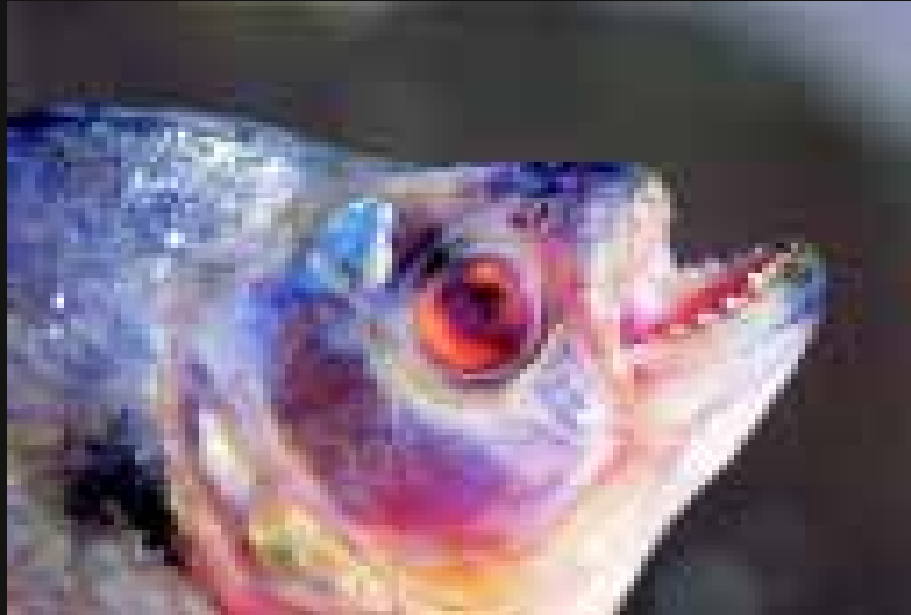


Foto: Gustavo Accacio



Cobra-papagaio (*Coralus caninus*) fotografada nas florestas do Rio Negro. O jovem de coloração marrom-alaranjada (acima) torna-se verde à medida que alcança a maturidade.

Foto: Lucía Lohmann



Fotos: Fabio Colombini



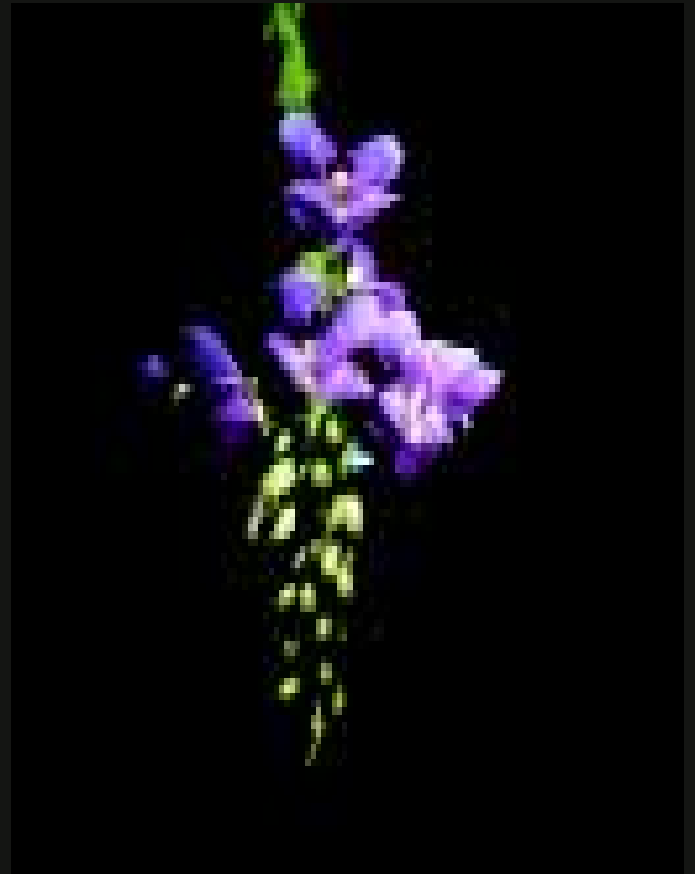
Piranha e vespa  
fotografadas no Rio Negro.



## Flores do Rio Negro:

Flor de *Psittacanthus* sp.,  
hemiparasita encontrada  
nas árvores de terra firme.

Foto: Alexandre A. de Oliveira



Orelha-de-veado (*Dioctlea megacarpa*),  
cipó comum nas florestas  
de terra firme do baixo Rio Negro.

Foto: Alexandre A. de Oliveira



*Swartzia* sp., gênero muito  
diversificado no Rio Negro.  
Em três hectares de terra  
firme é possível encontrar  
mais de dez espécies.

Foto: Alexandre A. de Oliveira



*Parkia discolor*,  
árvore de florestas  
de igapó  
no Rio Negro.

Foto: Fabio Colombini

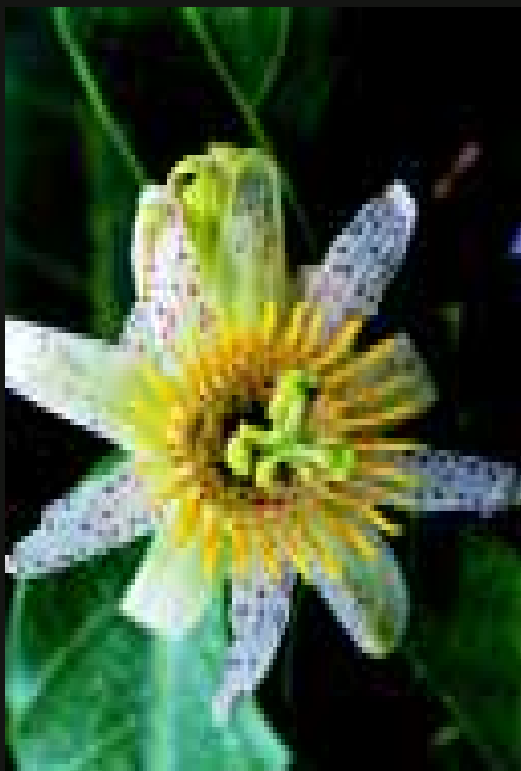


Foto: Alexandre A. de Oliveira

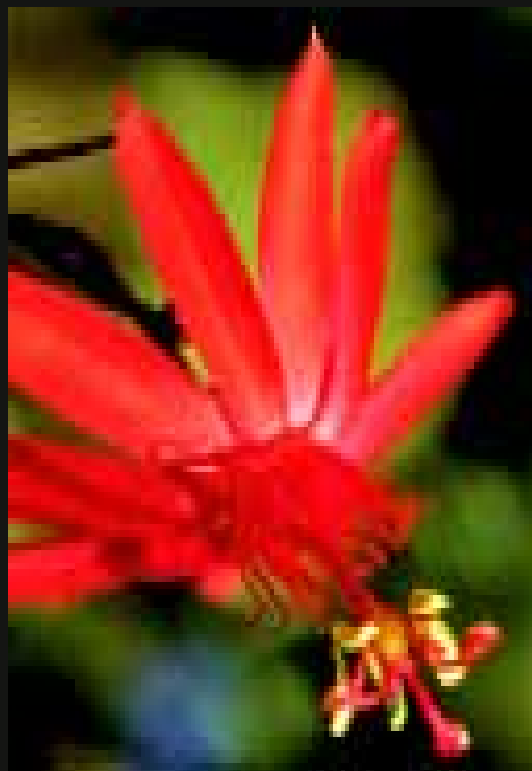


Foto: Fabio Colombini

*Passiflora* spp.,  
trepadeiras  
encontradas  
nas florestas  
no baixo  
Rio Negro.

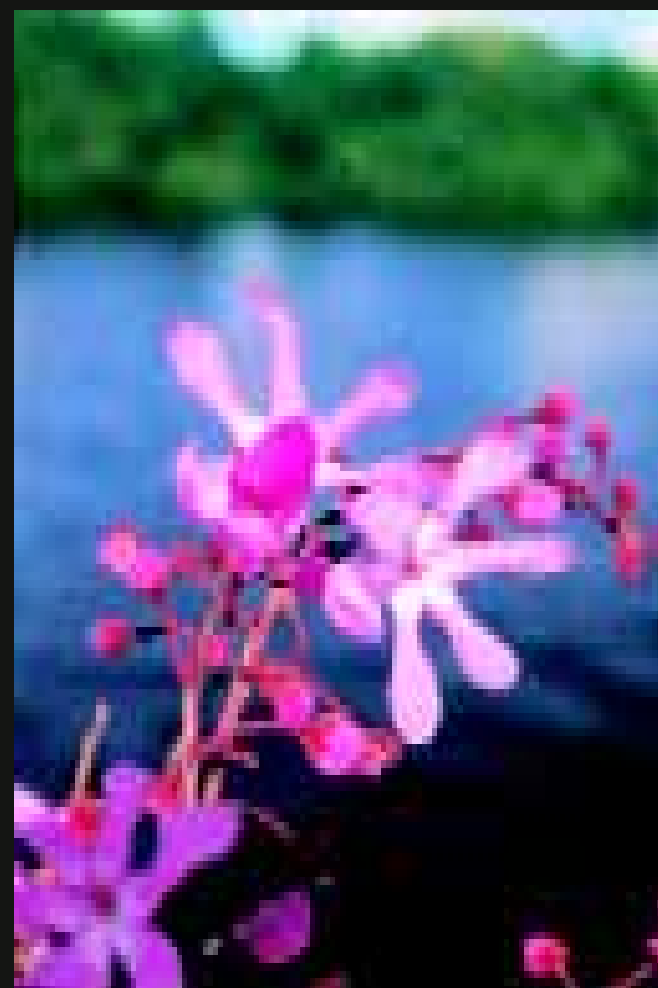


*Galeandra* sp., orquídea  
do Rio Negro.

Foto: Alexandre A. de Oliveira

Tuari (*Couratari* sp),  
árvore de grande porte que habita  
as florestas do Rio Negro.

Foto: Alexandre A. de Oliveira



espécies distintas competindo num espaço tão restrito? Quais são os processos que reduzem os níveis de exclusão competitiva e permitem que as espécies com exigências similares coexistam? Se incluirmos ainda o aparecimento de novas espécies, podemos formular uma pergunta mais precisa: quais os processos que estimulam o aparecimento de novas espécies e que permitem a coexistência sem que uma exclua a outra? Podemos dizer resumidamente que essa diversidade é uma balanço entre o número de espécies que colonizam e aquelas que são extintas naturalmente.

### DIVERSIDADE DE ÁRVORES NO BAIXO RIO NEGRO

A flora da região ao redor da cidade de Manaus, no baixo Rio Negro, é uma das mais bem estudadas do Norte do Brasil. Mesmo assim, ainda conhecemos pouco de suas florestas. Recentemente, um projeto que catalogou as plantas numa reserva no limite da cidade de Manaus, Reserva Ducke do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), simplesmente duplicou o número de espécies listadas na área (ver Capítulo 5).

Pouco mais ao norte, outro estudo analisou todas as árvores com 10 centímetros ou mais de diâmetro (DAP) existentes em três hectares. Todos os indivíduos foram marcados e mapeados e continuam sendo acompanhados para estudos a médio e longo prazo.

Nos três hectares, foram relacionadas 513 espécies, de 280 a 285 espécies por hectare, entre cerca de 2 mil árvores. Trata-se de uma das maiores diversidades de árvores já relatadas para as florestas de todo o mundo. Apesar de se encontrarem em condições muito similares e distarem cerca de 400 metros um hectare do outro, as parcelas apresentam baixa similaridade florística, isto é, a maioria das espécies encontradas em um hectare não ocorre nos outros. A porcentagem de espécies comuns a cada dois hectares variou entre 32 e 36%, e apenas 92 espécies – ou 18% do total – ocorreram nos três hectares. Das quase 300 espécies por hectare, mais da metade esteve representada por apenas um indivíduo. Além disso, as espécies mais comuns num dos hectares eram diferentes dos outros.

Esses resultados ressaltam algumas das características mais marcantes das florestas tropicais: 1) alta concentração de espécies; 2) populações com indivíduos da mesma espécie, freqüentemente, muito distantes um do outro, determinando uma baixa densidade populacional; 3) composição de espécies bastante variada entre parcelas muito próximas de floresta.

A diversidade biológica da Amazônia, apesar de alta, não é homogênea em toda a sua extensão. O número de espécies pode variar muito, de acordo com o tipo de vegetação ou

de ambiente e com a história de distúrbios recentes. Em geral, áreas que sofreram pequena ou nenhuma interferência humana são mais diversas, e ambientes modificados por distúrbios naturais tendem a ter menos espécies, até que se restabeleçam as condições que vigoravam antes do distúrbio. Além disso, condições diferentes levam a diferentes congregações de espécies e, invariavelmente, a variações no número de espécies. Condições extremas, como inundação, baixa fertilidade e drenagem de solos arenosos, sob a influência das quais as espécies necessitam de adaptações especiais para sobreviver, tendem a restringir seu número. Provavelmente porque poucas são as espécies capacitadas a sobreviver nessas condições extremas e também porque as espécies mais bem adaptadas não permitem o estabelecimento de outras. Florestas que permanecem inundadas por períodos de quatro a seis meses ao ano apresentam menos espécies do que as florestas nunca inundadas de terra firme. As florestas de terra firme localizadas em solos arenosos brancos, pobres em nutrientes, são menos diversas do que aquelas dos solos mais argilosos.

Também são observadas grandes variações na diversidade em ambientes semelhantes sob condições muito similares. Quando contabilizamos o número de espécies de árvores encontradas em áreas padronizadas, similares àquelas utilizadas no estudo próximo de Manaus, as parcelas situadas ao leste da Amazônia apresentam relativamente menos espécies, enquanto os hectares mais a oeste, mais próximos dos Andes, apresentam recordes de diversidade. Enquanto a leste são encontradas entre 100 e 200 espécies de árvores de médio a grande porte por hectare de floresta, a oeste são 200 a 300 espécies e, em alguns casos, mais de 300.

Muitas hipóteses foram levantadas para explicar tal variação. A idéia mais aceita relaciona diversidade com qualidade dos solos e variações na pluviosidade. Regiões de solos mais férteis e chuvas abundantes e bem distribuídas durante todo o ano seriam mais diversas – graças à floresta mais produtiva, onde mais espécies poderiam se estabelecer. Dessa forma, seria de esperar que a região do Rio Negro, no médio Amazonas, apresentasse diversidade intermediária entre a do leste e a do oeste.

Entretanto, as parcelas estudadas no baixo Rio Negro mostram diversidade similar às florestas mais diversas localizadas no extremo oeste da Amazônia. No baixo Rio Negro, a pluviosidade é relativamente baixa e a época de seca é bem definida. Entre agosto e outubro a região chega a receber menos de 50 mm de chuva/mês. Além disso, os solos são muito pobres em nutrientes, contrariando a relação entre diversidade, chuvas e qualidade dos solos.

Posteriormente, estudos da distribuição geográfica das espécies que ocorrem no baixo Rio Negro mostraram que grande parte delas, cerca de 40%, é típica de outras



Monte  
Roraima.

Foto: Alexandre A. de Oliveira



Vista aérea  
do Parque Nacional  
do Jaú, no médio  
Rio Negro, com  
florestas densas  
e áreas de campinas  
de areia branca.

Foto: Marcos Pinheiro



regiões da Amazônia e se agrupa ali. Espécies da Venezuela avançam ao sul até o baixo Rio Negro, espécies da região de Belém ocorrem a oeste até as cercanias de Manaus, e assim por diante. Na região do baixo Rio Negro ocorre, portanto, um entroncamento de espécies provenientes de várias regiões, o que incrementa o número de espécies ali encontradas.

Entretanto, se a Floresta Amazônica é uma formação contínua que permite a dispersão das espécies por todos os cantos, por que existem diferenças na composição de sua flora e concentração de espécies em determinadas regiões? Por que as florestas em mesmas condições de clima, solo, topografia não são compostas pelas mesmas espécies? Não temos respostas precisas, apenas algumas hipóteses dos fenômenos que podem estar envolvidos.

### A FLORESTA EM TRANSFORMAÇÃO

O relevo e o clima da Amazônia nem sempre foram como hoje. Há centenas de milhões de anos, o Rio Amazonas desaguava no Pacífico e a grande Cordilheira dos Andes simplesmente não existia. Há dezenas de milhões de anos, quando essa cadeia de montanhas se formou, surgiu um grande lago interior que aos poucos abriu caminho para o Atlântico. Portanto, a cordilheira e os solos da bacia amazônica são geologicamente novos, assim como a sua flora é mais “nova” do que as floras do planalto central brasileiro e do escudo da Guiana.

Em tempos geológicos mais recentes houve mudanças climáticas que produziram ciclos de glaciações. No período de alguns milhões de anos até cerca de 18 mil anos atrás, diversos ciclos se sucederam, modificando a temperatura global, a pluviosidade, o nível do mar e, conseqüentemente, as condições climáticas às quais as espécies estavam adaptadas.

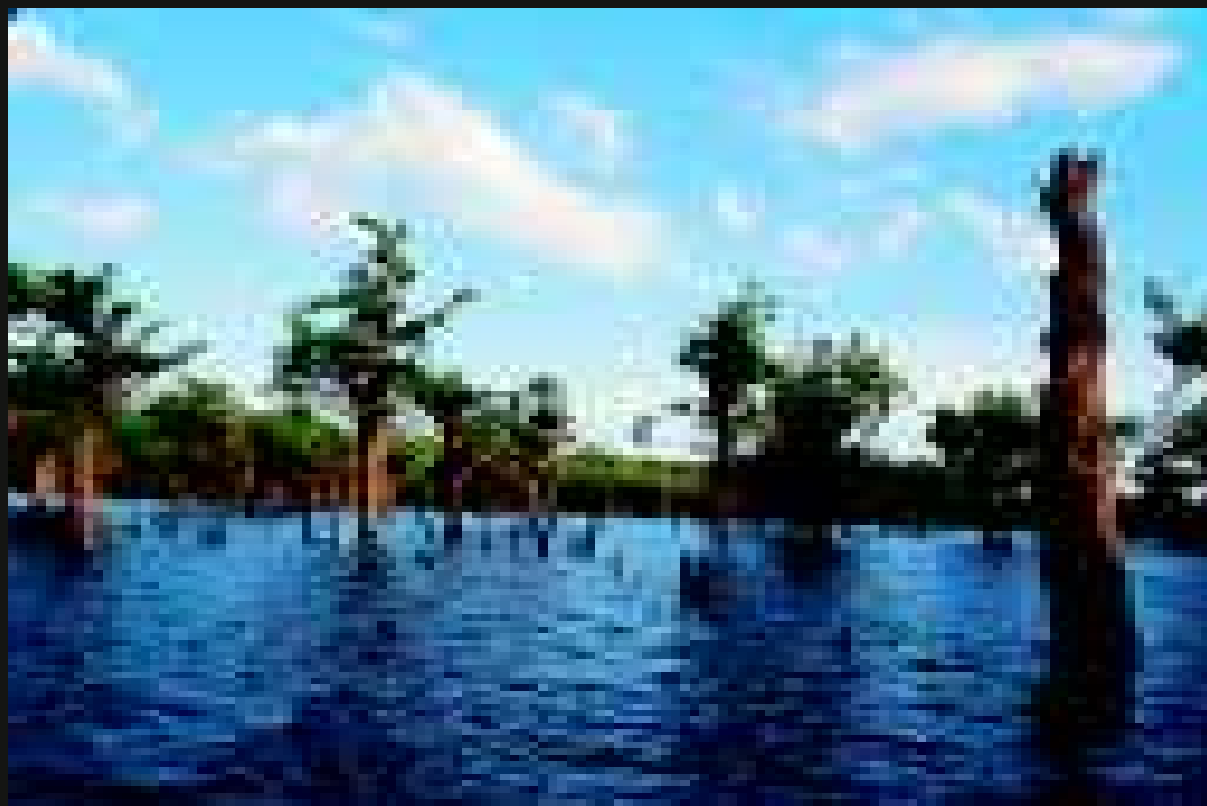
Na Amazônia, durante os períodos glaciais, a temperatura média diminuiu, ocasionando, provavelmente, uma queda na pluviosidade. Alguns pesquisadores acreditam que, devido ao clima mais seco, a floresta ficou restrita a áreas onde as condições permaneceram adequadas a sua manutenção. Nessa época, as populações de organismos da floresta, anteriormente contínuas, ficaram fragmentadas. Uma espécie de árvore que se distribuía por toda a Amazônia ficou restrita a pequenas regiões, com grupos de indivíduos isolados uns dos outros. Esse isolamento é um dos fatores capazes de levar populações de uma mesma espécie a acumular variações genéticas até o ponto de constituir espécies distintas.

Campinarana  
alta na região  
metropolitana  
de Manaus.

Foto: Alexandre  
A. de Oliveira







Igapó na cheia: em primeiro plano,  
macacarecuias (*Eschweilera tenuifolia*)  
imersas por vários meses do ano.

Foto: Alberto Vicentini

Homogeneidade dos troncos  
em floresta periodicamente  
inundada de igapó  
no Rio Tarumã, Manaus.

Foto: Fabio Colombini

Durante esses períodos, o panorama geral da Amazônia foi o de florestas remanescentes que se diferenciaram por causa do isolamento geográfico. Terminado o período glacial, as florestas tenderiam a retomar seu espaço original, formando outra vez uma cobertura contínua. A flora, regionalmente diferenciada, seria impulsionada a colonizar as áreas que ocupava antes, com a diferença de agora ser mais diversificada. O baixo Rio Negro poderia ser interpretado, então, como uma região para a qual confluíram as espécies provenientes desses remanescentes de florestas dos períodos glaciais.

Essa idéia de diversificação da Floresta Amazônica, chamada de “teoria dos refúgios pleistocênicos”, fez sucesso nas décadas de 70 e 80, mas perdeu um pouco a força nos últimos anos pela dificuldade em se verificar a sua validade. Essa é apenas uma das idéias que tentam interpretar a história da Amazônia em tempos remotos e justificar o aparecimento de tantas espécies.

Da mesma forma, podemos imaginar que durante o clima mais quente dos períodos interglaciais houve degelo das calotas polares e a conseqüente subida do nível do mar. Um pequeno aumento no nível do mar promove bloqueio na vazão do Rio Amazonas em sua foz e ocasiona alagamento de grandes extensões de terras próximas ao rio. Essa imensa massa de água, formando uma grande baía no interior da Amazônia, poderia ter isolado as florestas de terra firme. Novamente, surgiriam condições para a diferenciação da flora e, com a regressão do nível do mar, a possível confluência das espécies formadas durante o isolamento.

Outras hipóteses buscam traçar o cenário pretérito da Amazônia. Embora conflitantes, elas são, em grande parte, compatíveis com a idéia de o baixo Rio Negro ser um entroncamento de regiões de flora previamente diferenciada em outras partes da Amazônia. Fica claro nesses estudos que não apenas os fatores vigentes atualmente são importantes para entender a diversidade de uma região, precisamos também conhecer a história que está por trás da formação e manutenção da diversidade. Muitas vezes os fatores que promoveram a diversidade não se encontram mais presentes e temos de buscar indícios do que ocorreu no passado.

## FATORES RELACIONADOS À DIVERSIDADE LOCAL

Alguns fatores geradores da biodiversidade são razoavelmente fáceis de serem entendidos, principalmente quando tratamos da diversidade regional. No entanto, a diversidade local é mais complexa de ser explicada. Quando perguntamos sobre as causas da

Vista do dossel  
de terra firme:  
a variedade da  
folhagem reflete  
a diversidade  
biológica.

Foto: Alexandre  
A. de Oliveira



maior diversidade nos trópicos, logo ouvimos a resposta de que é decorrente da estabilidade climática e maior insolação. Os trópicos seriam regiões mais propícias à vida por serem mais quentes. O erro nesse raciocínio decorre da falsa impressão de estabilidade nas regiões tropicais. Quanto mais estável o ambiente, menor a diversidade que deveríamos encontrar. Uma espécie de árvore mais bem adaptada às condições ambientais na floresta deixa mais descendentes e tende a prevalecer se essas condições permanecem constantes.

Nos climas temperados a variação é muito grande, extremos de temperatura e incidência de luz ocorrem em diferentes estações do ano; no entanto, existe uma constância nesses ciclos sazonais. Uma espécie adaptada aos extremos de temperatura e luz nessas florestas não nota pequenas variações que ocorrem entre anos. Se ela tiver vantagem reprodutiva em relação às outras espécies, tenderá a dominar o ambiente. No outro extremo, em um ambiente como a floresta tropical, onde as amplitudes de variações climáticas são muito pequenas ao longo das estações, as espécies são menos preparadas a enfrentar variações. Portanto, uma espécie pode ser mais bem adaptada ao clima de um ano e não em outros. Para as espécies de árvores, um ano nunca é igual ao outro na Amazônia. Por exemplo, na área onde foram amostrados os três hectares descritos neste capítulo, no baixo Rio Negro, no ano de 1988 choveu cerca de 3.400 mm de chuva; no ano de 1990 foram 2.600 mm; em 1992 foram 1.900 mm; em 1996 cerca de 2.900 mm; e em 1997 apenas 2.200 mm. Isso sem entrar em detalhes do número de dias consecutivos sem chuva, o que para as árvores influencia mais do que o total de chuva. Grande parte das espécies arbóreas presentes nessas parcelas (mais de 50%) apresenta ciclos de floração supra-anuais. Além disso, a produção de frutos pode ser muito diferenciada entre as safras, mostrando que estão respondendo a variações ambientais com melhor ou pior performance reprodutiva. Desta forma, podemos dizer que as florestas tropicais apresentam variações climáticas menos previsíveis e que, mesmo sendo relativamente pequenas, são suficientes para evitar a exclusão competitiva entre as espécies e permitir que muitas coexistam na mesma localidade.

A dinâmica de mortalidade de árvores e formação de clareiras também é responsável pela diversidade local. Esses distúrbios favorecem a manutenção das espécies, pois modificam o ambiente impedindo que aquelas mais adaptadas às condições reinantes na floresta madura excluam as menos adaptadas. Uma espécie que começa a dominar a floresta madura logo terá de enfrentar a formação de clareiras onde outras espécies levam vantagem.

Uma das maiores características das florestas tropicais é a baixa densidade das espécies. Muitas chegam a ter um indivíduo adulto a cada 10 ou mais hectares, e a grande maioria apresenta menos de um indivíduo por hectare. Essas populações são mantidas a baixas densidades, provavelmente, por esses mecanismos esporádicos que em certos momentos favorecem as espécies menos adaptadas, impedindo que elas sejam eliminadas do sistema.

## OS PREDADORES E A DIVERSIDADE

A alta diversidade está intimamente relacionada à baixa densidade das populações. Quanto mais espaçadas estiverem as árvores de uma mesma espécie, maior será o número de espécies que esta floresta comporta. Essa baixa densidade entre as árvores é intrigante, pois, quando a árvore-mãe produz sementes, estas tendem a se concentrar abaixo da copa, pelo simples fato de existir gravidade. Quanto mais distante da planta-mãe, menos sementes são encontradas.

Uma hipótese interessante relaciona a baixa densidade das populações a mecanismos que dificultam o estabelecimento de jovens próximo aos adultos da mesma espécie. Esses mecanismos estariam associados a herbívoros e agentes causadores de doenças que tenderiam a se concentrar próximo ao seu recurso mais duradouro, ou seja, as árvores adultas. Como existe concentração tanto de sementes como de herbívoros próximo à árvore-mãe, as chances de a semente germinar e de o jovem se estabelecer são pequenas. Quanto mais uma semente consegue se afastar da mãe, mais chances terá de passar despercebida pelos herbívoros. Estes, por sua vez, têm mais dificuldade para encontrar fonte de recurso que esteja dispersa e longe. Desta forma, dá-se a preferência a espécies diferentes viverem lado a lado, explicando em parte a grande concentração de espécies de árvores em áreas pequenas e em mesmas condições ambientais.

## CONSERVAÇÃO DAS ÁRVORES

Existem vários argumentos para justificar a conservação da biodiversidade. Costuma-se levantar questões relativas à qualidade ambiental e à manutenção dos processos existentes nos ecossistemas ou defender prioritariamente aquilo que é raro ou exclusivo. Outras justificativas recaem sobre a potencialidade futura de utilização dos recursos biológicos pelo homem. Quanto maior o número de espécies, maior a chance de encontrarmos





As clareiras criadas por árvores que tombam abrem espaço para o estabelecimento de outras espécies.

Foto: Alexandre A. de Oliveira

novas fontes de alimentos, compostos químicos ou outras propriedades úteis. Também podem ser levantadas questões éticas quanto à responsabilidade em relação às futuras gerações pela extinção em massa de milhares ou milhões de organismos.

Hoje conhecemos melhor a Amazônia do que há 20 anos. Sabemos que a floresta madura não é responsável pela produção de excedentes de oxigênio, pois consome quase tudo que produz. Sabemos que ela retém grandes quantidades de carbono acumulado na matéria orgânica, que se for liberado para a atmosfera na forma de gás carbônico, pela queima ou pela decomposição, irá aumentar grandemente o problema do efeito estufa. O efeito estufa – acúmulo na atmosfera de certos gases que são transparentes à radiação luminosa do sol, mas impermeáveis ao calor, da mesma forma que o vidro em uma estufa de plantas – causa aumento da temperatura da Terra. O aumento da temperatura média na Terra pode levar a grandes catástrofes, como mudança nos regimes de chuva e inundação das maiores cidades do mundo devido ao degelo de parte das calotas polares.

Sabemos que a evaporação e a transpiração de água das árvores e outras plantas são responsáveis por grande parte da umidade presente no ar. Sem a floresta o clima ficaria mais seco e provavelmente não suportaria mais essa vegetação. Sabemos que o solo sem a floresta é pobre em nutrientes, o que inviabiliza economicamente a atividade agropecuária extensiva.

Apesar da dificuldade em avaliar as conseqüências da extinção de espécies ou do desmatamento em larga escala, parece sensato acreditar que devemos interferir nos ambientes naturais com maior consciência a fim de evitar catástrofes desnecessárias e irreversíveis.

Para tanto, é fundamental investir em pesquisa; desde a mais básica, como o inventário de organismos e dos processos relacionados à diversidade, até o estudo dos impactos e das alterações provocadas pelo homem. Precisamos acumular maior conhecimento para poder prever as conseqüências dos nossos atos e assim planejar melhor nossa inserção na região, de modo a melhorar a qualidade de vida dos que ali vivem e, ao mesmo tempo, resguardar os ambientes naturais e sua diversidade biológica.

Nesse contexto, a região de influência do Rio Negro é prioritária, por congrega grande número de espécies e possuir uma das maiores áreas de florestas tropicais preservadas do mundo. É um imenso laboratório em que podemos aprender e experimentar alternativas que sustentem a floresta, evitando o mesmo erro cometido na Mata Atlântica e no Cerrado do Brasil Central – tomar consciência e buscar soluções quando já não resta quase nada a ser conservado.

## MEDINDO E COMPARANDO DIVERSIDADE

A medida de diversidade de uma região é importante porque possibilita comparações com outras e permite afirmações como: “Os ambientes tropicais são mais diversos que os de clima temperado”. O reconhecimento de padrões de diversidade, por sua vez, pode ser correlacionado a fatores ambientais para compreender os processos envolvidos na variação biológica. Comparações e generalizações, entretanto, devem ser feitas com cuidado, sendo necessário respeitar limitações metodológicas.

Infelizmente, é muito difícil contar o número de espécies diferentes que ocorrem numa localidade, mesmo no caso de pequenas parcelas. Contar as bactérias, fungos e todos os insetos que habitam uma pequena fração de uma floresta tropical é um trabalho caro e demorado, e o resultado muitas vezes não compensa o esforço dispensado. Para minimizar esse problema, os estudos de diversidade preferem eleger um grupo de organismos que tenham parentesco evolutivo (grupo taxonômico) ou que apresentem semelhanças em sua função no ambiente (grupo funcional). O grupo escolhido deve ser o que melhor representa a diversidade total do ambiente estudado: se usarmos as espécies de pinheiros, um grupo taxonômico, como indicador de diversidade, concluiremos que as florestas da Europa são mais diversas do que as da Amazônia, o que não corresponde à verdade. Para as áreas florestais acredita-se que a diversidade das árvores, um grupo funcional, represente bem a diversidade do ambiente.

Outro cuidado diz respeito ao nível de diversidade que está sendo tratado. Não podemos comparar uma amostra feita num ambiente muito específico com outra que englobe vários ambientes e grande variação ambiental. As diversidades de ambientes distintos podem e devem ser comparadas, desde que as generalizações respeitem as restrições do método.

A diversidade de uma pequena parcela, computadas as espécies que ocorrem em um tipo bem específico de ambiente onde as variações são mínimas, é chamada de diversidade alfa. Como exemplo temos o número de espécies de árvores numa amostra de um hectare de floresta.

Outro tipo de diversidade, denominado de beta, associa variabilidade ambiental a diferenças na composição de espécies. Para exemplificá-la,

podemos imaginar dois hectares de floresta em condições bem distintas: um na terra firme e outro numa área inundada de igapó. A diversidade beta será máxima entre os dois hectares quanto maior for a diferença na composição das espécies entre eles.

Em resumo, a diversidade alfa é representada pelo número de espécies de uma parcela sem grandes variações e a diversidade beta pelo conjunto de espécies associadas às variações, espaciais e temporais, de uma região. Se tomarmos dois hectares distintos, hipotéticos, contendo 100 espécies de árvores idênticas cada um, a diversidade alfa será igual a 100 (o número de espécies presentes em cada hectare) e a beta igual a zero, pois as espécies são idênticas nos dois hectares. Por outro lado, se as espécies forem totalmente diferentes entre os dois, a diversidade beta será máxima e, somados, os dois hectares conterão 200 espécies.

O outro tipo de diversidade é chamado de gama, e está relacionado a grandes regiões geográficas ou biogeográficas. Quando afirmamos que a região do Brasil Central, com sua vegetação de cerrado, é menos diversa do que a floresta amazônica, estamos nos referindo à diversidade gama. É importante notar que incluímos na denominação Floresta Amazônica muitos tipos diferentes de ambientes (matas de terra firme, de baixio, campinarianas, campinas, florestas inundadas, etc.). O mesmo acontece com o cerrado (campo cerrado, campo sujo, cerrado propriamente dito, floresta de cerrado, florestas de galeria, capões de mata, etc.). Cada um desses ambientes é representado pela riqueza de espécies, sua diversidade alfa, e a diferença na composição entre eles é o que determina a diversidade beta de cada uma das regiões. A diversidade gama, portanto, engloba os componentes alfa e beta. Quando fazemos comparações, é importante termos certeza de que estamos tratando da mesma escala de diversidade ou incorreremos em erro ao analisarmos os padrões encontrados.

## A MAIOR DIVERSIDADE DE ÁRVORES DO MUNDO

Um estudo recente realizado na Floresta Atlântica no sul da Bahia encontrou 406 espécies de árvores com diâmetro à altura do peito (DAP), de 5 centímetros ou mais, em um hectare. Essa informação foi divulgada como sendo o recorde de diversidade florestal e, por influência dela, a Mata Atlântica passou a ser considerada por muitos como a floresta mais diversa do mundo. No entanto, diversas parcelas de Floresta Amazônica mostram riquezas maiores do que esta, se computadas as árvores com o mesmo DAP. No Equador foram encontradas 473 espécies diferentes de árvores com DAP maior ou igual a 5 centímetros em um hectare. Estudos tratando das árvores com diâmetros de 10 centímetros ou mais mostram que as florestas amazônicas mais diversificadas apresentam por volta de 300 espécies por hectare (280-307), enquanto o recorde descrito para a Floresta Atlântica é de 269. A informação de que a Mata Atlântica congrega a maior diversidade de árvores acabou sendo amplamente difundida pelos meios de comunicação e vem sendo utilizada como justificativa para a preservação dos remanescentes de florestas no litoral do Brasil.

Outro argumento utilizado a favor de uma suposta maior diversidade na Floresta Atlântica baseia-se na grande variabilidade ambiental, que compreende altitudes que vão do nível do mar até mais de 2.500 metros de altitude e latitudes desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul. Essas variações seriam responsáveis por uma ampla diferença na composição das espécies e conseqüente maior diversidade.

Embora a região amazônica não apresente variações ambientais dessa amplitude, nela pequenas variações são responsáveis por uma grande diferenciação na composição de espécies. De qualquer forma, a Floresta Atlântica originalmente ocupava cerca de 1 milhão de quilômetros quadrados e hoje apresenta-se praticamente devastada, com menos de 8% desta área ocupada por remanescentes da vegetação original, enquanto a Floresta Amazônica, com cerca de 4 milhões de quilômetros quadrados apenas no território brasileiro, apesar da alta taxa de desmatamento, ainda apresenta grande parte bem preservada.

No quadro atual, fica difícil imaginar que a Floresta Atlântica tenha maior biodiversidade. Ninguém pode negar a prioridade na conservação dos remanescentes da Floresta Atlântica; não podemos, porém, justificar a sua preservação alicerçados em falsas evidências. A questão mais importante não se refere à existência de maior número de espécies em um ou outro bioma (conjunto de seres vivos de uma área), mas sim a que ambos apresentam alta diversidade, com a maioria das espécies exclusivas a eles. São, portanto, ambientes de extrema prioridade para a conservação das espécies que ocorrem nos trópicos do novo mundo.

#### LITERATURA RECOMENDADA

- Janzen, D. 1980. *Ecologia vegetal nos trópicos*. EPU/EDUSP, São Paulo.
- Oliveira, A. Adalardo. 1997. *Diversidade, estrutura e dinâmica do componente arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, Amazonas*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Oliveira, A. Adalardo & Daly, D. C. 1999. Geographic distribution of tree species occurring in the region of Manaus, Brazil: Implications for regional diversity and conservation. *Biodiversity and Conservation* 8(9): 1245-1259.
- Oliveira, A. Adalardo & Mori, S. A. 1999. A Central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity and Conservation* 8(9): 1219-1244.
- Oliveira, A. Adalardo & Nelson, B. W. 2001. Floristic relationship of terra firme forests in Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 146: 171-181.
- Steeger, H. Ter; Sabatier, D.; Castellanos, H.; Andel, T. Van; Duivenvoorden, J.; Oliveira, A. Adalardo; Ek, R.; Lilwah, R.; Mass, P. & Mori, S. 2000. From the lost word: an analysis of Amazonian floristic composition and diversity that includes the Guiana Shield. *Journal of Tropical Ecology* 16: 801-828.