

Cadernos de Educação Ambiental

# Biodiversidade

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

4

4

Cadernos de Educação Ambiental

**Biodiversidade**

*Coordenação*

Vera Lúcia Ramos Bononi

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO DE BOTÂNICA

SÃO PAULO • 2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
(CIP)(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

---

S242u São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente.  
Biodiversidade / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto de  
Botânica ; coordenadora Vera Lucia Ramos Bononi - - São Paulo : SMA, 2010  
112 p. : fotos color. ; 23 cm

ISBN 978-85-86624-63-6

1. Biodiversidade 2. Desenvolvimento sustentável 3. Educação ambiental  
4. Fauna - São Paulo (Est.) 5. Flora - São Paulo (Est.) I. Título.

CDD (21.ed. Esp.) 333.9516

CDU (2.ed.port.) 574.1

---



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
Governador

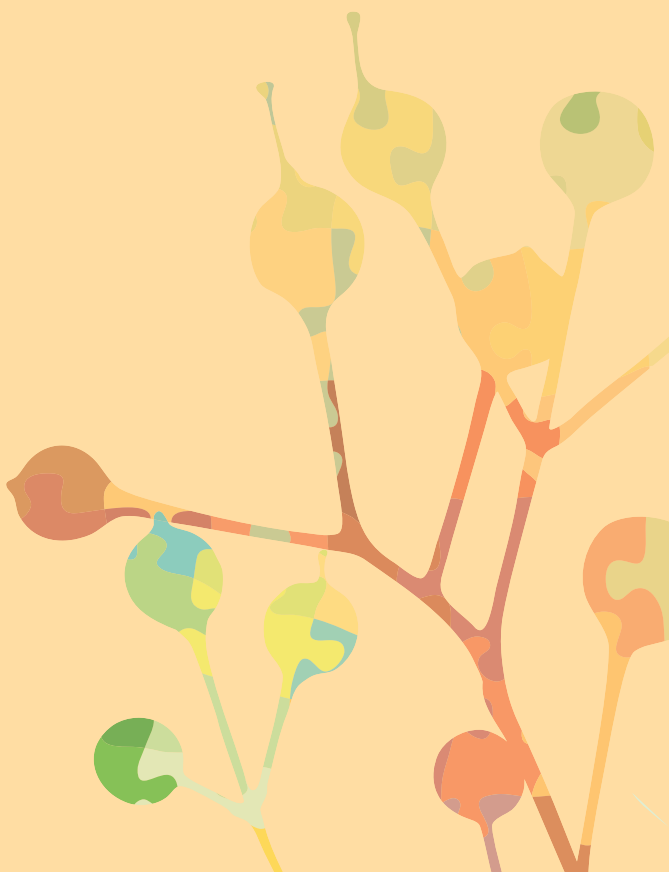
*Alberto Goldman*

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
Secretário

*Francisco Graziano Neto*

INSTITUTO DE BOTÂNICA  
Diretora

*Vera Lúcia Ramos Bononi*







# BIODIVERSIDADE

## *Autores*

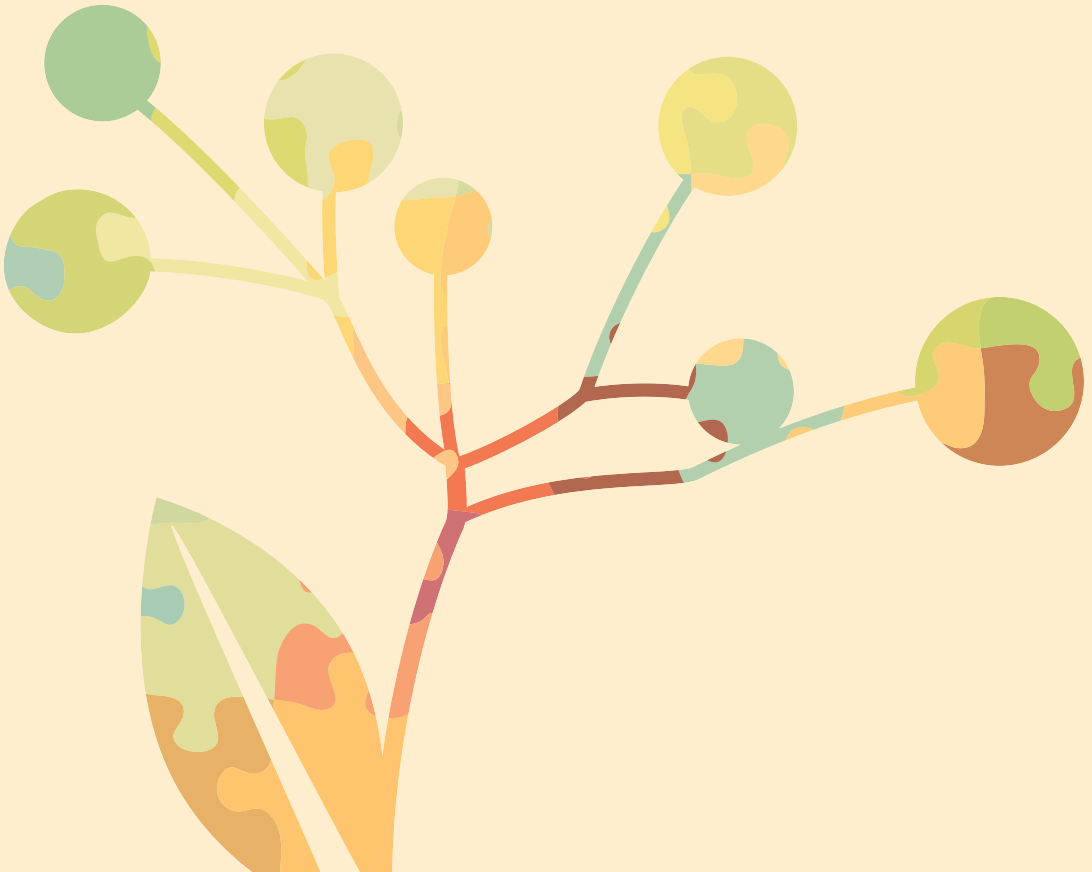
Maria Tereza Grombone Guaratini

Marie Sugiyama

Marilia Gaspar

Tania Maria Cerati

Vera Maria Valle Vitali



## Sobre a Série Cadernos Ambientais

A sociedade brasileira, crescentemente preocupada com as questões ecológicas, merece ser mais bem informada sobre a agenda ambiental. Afinal, o direito à informação pertence ao núcleo da democracia. Conhecimento é poder.

Cresce, assim, a importância da educação ambiental. A construção do amanhã exige novas atitudes da cidadania, embasadas nos ensinamentos da ecologia e do desenvolvimento sustentável. Com certeza, a melhor pedagogia se aplica às crianças, construtoras do futuro.

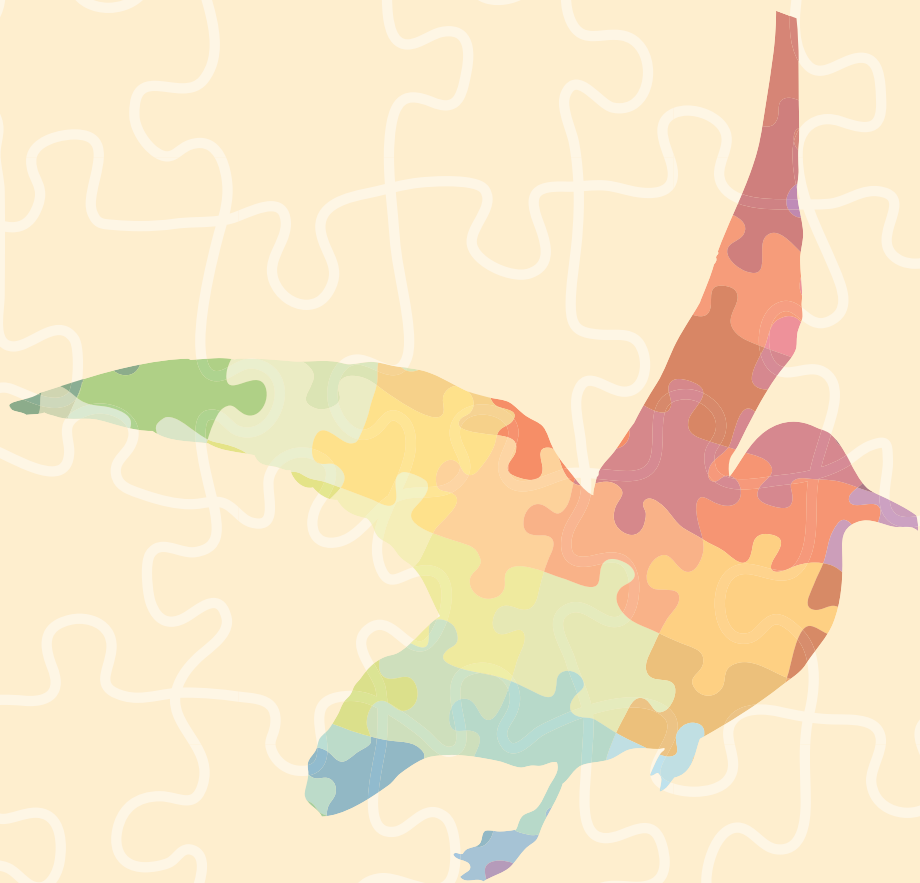
A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, preocupada em transmitir, de forma adequada, os conhecimentos adquiridos na labuta sobre a agenda ambiental, cria essa inovadora série de publicações intitulada Cadernos de Educação Ambiental. A linguagem escolhida, bem como o formato apresentado, visa atingir um público formado, principalmente, por professores de ensino fundamental e médio, ou seja, educadores de crianças e jovens.

Os Cadernos de Educação Ambiental, face à sua proposta pedagógica, certamente vão interessar ao público mais amplo, formado por técnicos, militantes ambientalistas, comunicadores e divulgadores, preocupados com a temática do meio ambiente. Seus títulos pretendem ser referências de informação, sempre precisas e didáticas.

Os produtores de conteúdo são técnicos, especialistas, pesquisadores e gerentes dos órgãos vinculados à Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Os Cadernos de Educação Ambiental representam uma proposta educadora, uma ferramenta facilitadora, nessa difícil caminhada rumo à sociedade sustentável.

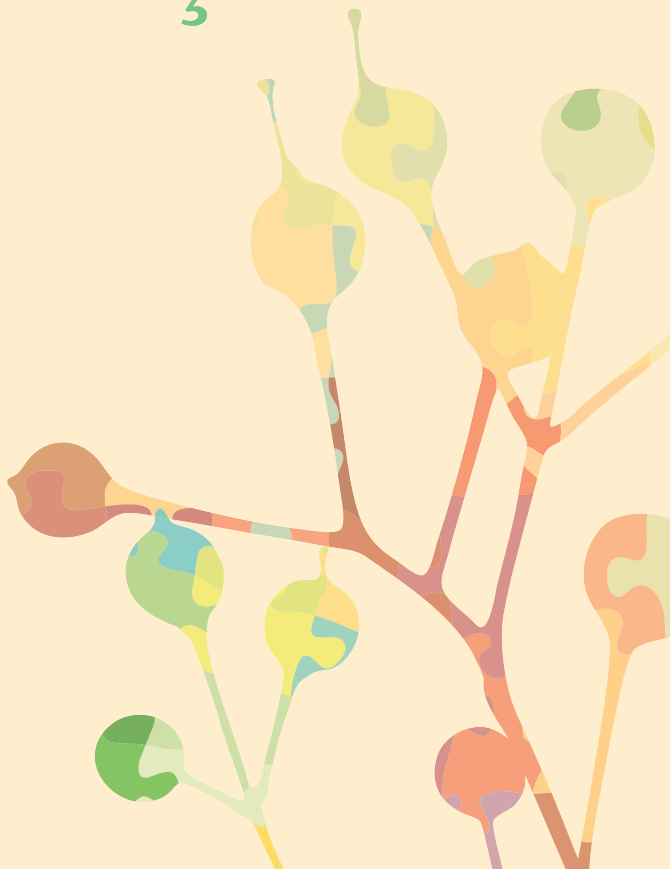
### Títulos Publicados

- As águas subterrâneas do Estado de São Paulo
- Ecocidadão
- Unidades de Conservação da Natureza
- Biodiversidade





# Luta pela preservação





Muitos a defendem, poucos a conhecem de fato. Assim é a biodiversidade, que define a riqueza e beleza da vida na Terra. Plantas e animais, interagem entre si e se relacionam com o ambiente em que vivem, formando as características básicas da existência em cada ecossistema natural. Flora e fauna, junto com solo, água e clima, elementos minerais e orgânicos, em maravilhosa e essencial combinação, criam a harmonia dinâmica da natureza. Esse é o foco deste nosso Caderno de Educação Ambiental.

Nele se perceberá, com a linguagem adequada à fácil compreensão, que a relação entre as espécies, animais e vegetais, caracteriza aspectos fundamentais da biodiversidade. Mais ainda. Se descobrirá a importância da variabilidade genética. Uma mesma espécie de inseto, de peixe ou de árvore, como de qualquer ser vivo, sempre mostrará incríveis variações na cor e na forma, indicando serem distintas suas relações com o meio ambiente que as rodeia.

Acredita-se existirem entre 10 e 50 milhões de espécies vegetais e animais no mundo. No entanto, apenas 1,5 milhão foram classificadas até hoje pelos cientistas. Cerca de 20% das espécies conhecidas no mundo estão no Brasil, considerado um país de “megadiversidade”.

O Estado de São Paulo possui grandes remanescentes da Mata Atlântica e ainda mantém intactas boas áreas de Cerrado, dois biomas de alta biodiversidade e grande ameaça. Possuem, ademais, elevado endemismo, isto é, muitas das espécies vegetais e animais existem apenas nesses biomas. Por isso, representam áreas prioritárias para conservação.

O desmatamento, a poluição atmosférica, o crime ambiental, junto com os efeitos deletérios das mudanças climáticas, representam os principais contribuidores para a perda da biodiversidade. A extinção de uma única espécie pode desequilibrar toda a cadeia alimentar de um bioma. Por isso é tão importante trabalhar na preservação da biodiversidade.


Acima de tudo, precisamos investir na educação ambiental. Saber é poder. Entender a relação entre o ambiente e os organismos que nele vivem, conhecendo a importância da biodiversidade, nos aproxima da natureza. Cria assim, através da consciência, a melhor condição de lutar pela sua preservação.

**FRANCISCO GRAZIANO NETO**

Secretário de Estado do Meio Ambiente



**Bio**  
**diver**  
**Sida**  
**De**



**A** imensa variabilidade das formas, tamanhos e cores das flores, das folhagens, das borboletas, das aves encanta e desperta a curiosidade e o sentimento ou percepção da necessidade de proteger e conservar a natureza.

O conhecimento mostra que todos e qualquer ser vivo da flora, fauna ou microrganismo têm um papel na natureza, possuem uma determinada composição química e genética e podem ser utilizados pelo homem em seu próprio benefício.

Com o crescimento da população humana, da ocupação de áreas anteriormente florestadas, da queima de petróleo e derivados para energia e transporte, são crescentes as pressões sobre os demais grupos de seres vivos ameaçando a biodiversidade.

Biodiversidade ou diversidade biológica são palavras que na década de 1980 entraram na moda ou na linguagem cotidiana. Presente nas várias formas da mídia, sua abrangência merece ser entendida por todos.

O Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, desde sua criação em 09.11.1938, estuda a diversidade da vegetação, de fungos e de cianobactérias. Esse trabalho tem como finalidade o conhecimento para a proteção, a conservação e o uso racional ou manejo de espécies e de áreas verdes.

Este caderno traz o conhecimento de cientistas do Instituto de Botânica sobre a biodiversidade para todos os leitores, abordando o tema sob diferentes aspectos e procurando aliados na difícil tarefa de proteção e conservação de todos os seres vivos.

**VERA LÚCIA RAMOS BONONI**

Diretora do Instituto de Botânica





# SUMÁRIO

## 1. O que é biodiversidade • 17

Vera Maria Valle Vitali

## 2. Biomas do Estado de São Paulo • 31

Marie Sugiyama

## 3. Como conhecer a biodiversidade • 51

Maria Tereza Grombone Guaratini

## 4. Efeitos de impactos ambientais na biodiversidade • 69

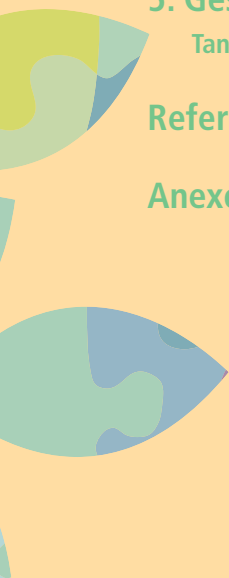
Marilia Gaspar

## 5. Gestão da biodiversidade • 83

Tania Maria Cerati

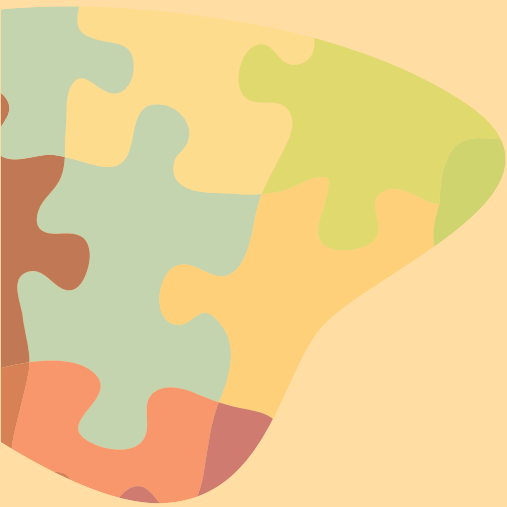
## Referências • 101

## Anexos • 105





# 1. O que é Biodiversidade



1

## 1. O que é Biodiversidade

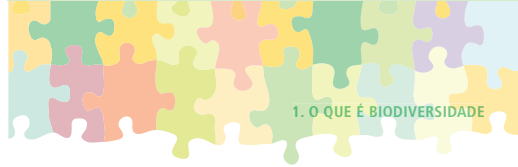
O Brasil é o guardião da quinta parte dos recursos hídricos do planeta, da maior biodiversidade terrestre e pluvial, ou seja, abriga um dos maiores patrimônios do mundo. Mas o que é biodiversidade?

Os termos Biodiversidade ou diversidade biológica foram criados na década de 1980 para se referir ao número de espécies de seres vivos existentes no planeta, incluindo todos os vegetais, animais e microrganismos. Contudo, esse tipo de estudo já era desenvolvido pelos naturalistas, em suas expedições pelo mundo, quando descreviam a variedade de espécies nos novos ambientes explorados.

A espécie é o conjunto de indivíduos com características genéticas, fisionômicas e taxonômicas semelhantes que se reproduzem entre si com descendentes férteis. Indivíduos de uma mesma espécie que habitam um determinado local formam uma população, e um conjunto de populações de várias espécies distintas que coexistem e interagem nesse local formam uma comunidade. A comunidade é caracterizada com base na riqueza (ou número de espécies) e na densidade ou abundância de espécies (número de indivíduos de cada espécie). As interações entre os indivíduos em uma comunidade determinam o ciclo de energia e matéria dentro do ecossistema e interferem diretamente nos processos populacionais, que determinam a abundância e a distribuição dos indivíduos na comunidade.

As características de muitas comunidades (plantas, animais e microrganismos) dependem dos fatores abióticos da região (temperatura, salinidade, umidade, solo, luz e outros), proporcionando diversos ecossistemas distintos no planeta. Isso porque a superfície da Terra oferece locais com diferentes condições de temperatura e disponibilidade de água. A temperatura média e os limites de sua variação; a pluviosidade anual e sua distribuição durante os meses do ano, somados a altitude e longitude e o tipo





de solo caracterizam os diversos climas dos diferentes locais da biosfera, a distribuição das diversas espécies e dos distintos tipos de ecossistemas.

A evolução deu origem a organismos com adaptações elásticas, que os tornaram aptos para viver em condições muito diversas, como os ratos, o homem e os musgos, por exemplo. Os musgos são capazes de crescer na superfície do solo, como também nas profundezas de lagos. A tendência predominante da evolução é produzir um grande número de espécies diferentes. Os animais, em especial, são capazes de conhecer, selecionar ou buscar ativamente os lugares mais apropriados para a sua sobrevivência. Dessa forma se estabelece uma correspondência entre as propriedades do ambiente e as características das espécies.

A variabilidade genética dentro das populações de uma espécie é muito importante, porque permite fornecer adaptações para os diferentes locais em que a espécie venha a habitar. O resultado é que cada população tem possibilidades genéticas significativas. Tais possibilidades são de toda população, repartidas entre os indivíduos – polimorfismos. Quando um segmento de uma população é separado em ambientes com temperaturas distintas, as próximas gerações irão ficar diferentes por causa dos fatores genéticos que se expressarão em novas características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas que lhes permitirão sobreviver sob diferentes temperaturas.

Para muitas espécies de plantas reconhece-se variedades ou ecotipos por pequenas diferenças morfológicas, mas principalmente, por divergência na adequação às condições climáticas distintas, como o tamanho da planta, tipo de ramificação etc. Algumas espécies de plantas aromáticas se diferenciam na composição química de suas essências.

De qualquer forma, apesar das espécies se adaptarem, todas chegam à extinção, não por seu envelhecimento, mas pela probabilidade finita da extinção, como um fato inevitável. Desde o início da vida na Terra, calculado em mais de 3,5 bilhões de anos, a extinção acabou com 99% das espécies

existentes. Atualmente é provável que cerca de seis espécies sejam extintas a cada ano. A maioria delas são animais pequenos, localizados em áreas muito restritas como, por exemplo, os caramujos terrestres e anfíbios, sensíveis às mudanças climáticas.

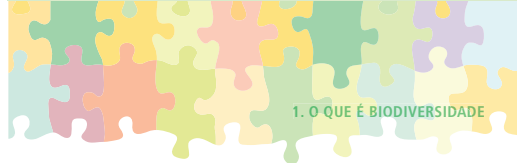
Por outro lado, a evolução não se interrompe e continuamente aparecem novas espécies. A riqueza das espécies na história da biosfera resulta de um equilíbrio entre as causas de extinção e de evolução. Hoje em dia se conhece em torno de dois milhões de espécies entre plantas e animais, mas existem muitas espécies sem descrição, principalmente nos trópicos.

Uma forma de evolução que permitiu garantir a mais de uma espécie ser bem sucedida foi a coevolução. Um exemplo básico de coevolução são as flores e seus polinizadores.

Os vegetais não se locomovem para procurar alimento, proteção ou parceiros para reprodução. Então o que aconteceu ao longo da evolução que tornou os produtores primários tão bem sucedidos? As angiospermas representam o grupo de maior diversidade entre as plantas terrestres, com mais de 250 mil espécies. São plantas produtoras de flores, frutos e sementes. Mas como se pode explicar a quantidade de espécies diferentes de plantas? Os cientistas atribuem o sucesso desse grupo a eficiência da reprodução. O grão de pólen é a célula reprodutora masculina e o óvulo, a feminina, ambas localizadas na flor.

De acordo com uma das teorias evolutivas baseada em registros fósseis, as flores surgiram no Cretáceo, há cerca de 130 milhões de anos e eram bem mais simples e menos atrativas do que as atuais. A polinização, transferência do pólen de uma flor para outra, em que o pólen é conduzido até os óvulos, era realizada pelo vento, ou seja, grande quantidade de pólen se perdia até alcançar a outra flor. Era uma aventura insegura e incerta.

Ao longo da evolução várias mudanças ocorreram e para aprimorar a reprodução, muitas angiospermas desenvolveram um conjunto de características que permitem que elas “controlem” ativamente a escolha de seus parceiros para a reprodução sexuada.



Assim, as flores começaram a produzir substâncias adocicadas e, atraídos por essas substâncias, os insetos passaram a visitá-las, transferindo o pólen de uma planta para outra. Esse processo influenciou na diversificação e na abundância das angiospermas.

Em alguns casos a interação entre as duas espécies (planta e polinizador) provocou uma resposta evolutiva em cada um, processo denominado coevolução. Ela ocorre quando duas ou mais espécies se interagem na natureza sofrendo modificações evolutivas.

Alguns exemplos de vegetais, que evoluíram com seus polinizadores, são muito conhecidos.

Muitas abelhas têm o corpo adaptado para coletar e transportar o néctar e pólen, elas se “encaixam” perfeitamente na flor. Enquanto coletam o néctar e o pólen, realizam a polinização. A evolução de uma espécie depende da evolução da outra. Em alguns casos, o polinizador visita apenas uma espécie de planta.

Nas orquídeas do gênero *Ophrys*, a flor possui coloração e odor que se assemelha à fêmea de abelhas e o macho tenta copular com as flores. Durante essa “cópula” o macho leva grudado em seu corpo o pólen e quando visita outra flor da mesma espécie o pólen a ela adere, realizando a polinização.

Outro tipo de coevolução refere-se à característica de uma espécie como resposta a outra espécie. Muitos insetos não são sensíveis ao veneno de uma planta. Assim a coevolução pode ser de dois tipos:

**Coevolução específica:** refere-se à evolução de característica de uma determinada espécie em relação à outra. Por exemplo, a planta elabora um veneno para se defender da predação de insetos, mas uma espécie de inseto é imune a tal veneno, assim, apenas essa espécie consegue visitar as flores dessa planta promovendo a polinização.

**Coevolução difusa:** O processo em si é basicamente o mesmo da coevolução específica, porém, descreve mudança evolutiva recíproca entre grupos. As plantas ao florescerem, por exemplo, podem evoluir em resposta a uma ou várias características provenientes de outras espécies (como uma planta possuir diferentes insetos polinizadores).

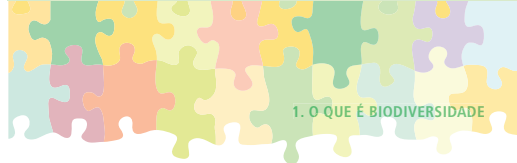
O espetáculo de diversidade de vida na Terra é resultado de um processo lento e contínuo que acontece há pelo menos 3,5 bilhões de anos. Como o número de espécies varia com o passar do tempo, os estudos de biodiversidade ou diversidade de espécies comparam as variedades presentes em diferentes ecossistemas, em determinado momento.

Quando a diversidade de espécies de ecossistemas é avaliada, como, por exemplo, em dunas, manguezais, ou as regiões geladas da Península Antártica, é observada uma baixa diversidade. São ambientes com comunidades pobres em espécies, mas com grande frequência. Com certeza as condições do clima, tolerância à variação de salinidade e a disponibilidade de água foram fatores limitantes, que ao longo dos muitos anos de evolução permitiram que algumas espécies fossem capazes de colonizar esses locais.

Dessa forma, nos manguezais, o número de espécies é baixo, pois poucos animais e vegetais conseguem sobreviver às condições sazonais entre marés que causam a variação da salinidade; por outro lado, as populações possuem grande número de indivíduos, porque não há competição por espaço ou alimento.

Já os ecossistemas como recifes de corais e as florestas pluviais (Mata Atlântica e Floresta Amazônica) possuem diversidade de espécies alta com comunidades ricas, nas quais as espécies se encontram em baixa frequência. Esses ecossistemas ricos em diversidade apresentam fatores favoráveis à vida como abundância de água, nutrientes e temperatura adequada.

O Cerrado ou formação tipo savana, por ser mais descampado e o solo ter baixa fertilidade e pH ácido, foi durante muito tempo considerado área



de baixa diversidade de espécies. Hoje, com mais estudos nessas áreas, sabe-se que os cerrados exibem riqueza biológica. O Cerrado da Estação Ecológica de Itirapina abriga 231 espécies de aves, incluindo a ema que é a maior ave brasileira, com até 1,80 m de altura.

O número de espécies normalmente varia muito, assim um campo aberto possui muito menos aves que uma floresta ao lado. Na realidade, comunidades florestais distintas em uma mesma região geralmente variam o número de seus indivíduos, bem como o número de espécies de plantas, animais e microrganismos. A abundância ou densidade é a única maneira de se estimar a importância relativa das distintas espécies que compõem uma comunidade.

Os estudos de ecologia de comunidade podem ter tanto enfoque amplo, quando são investigados todos os organismos encontrados em uma área, quanto restrito, quando o objeto de interesse é em um único grupo taxonômico (como, por exemplo, as palmeiras da Mata Atlântica) ou a um grupo de organismos com uma atividade em comum (dispersores de sementes das palmeiras, por exemplo).

A riqueza da biodiversidade também está intrinsecamente ligada às diferenças genéticas entre as espécies. Cromossomos, genes e DNA determinam as características únicas de cada indivíduo e de cada espécie. A diversidade genética refere-se ao conjunto de características genéticas que compõem uma espécie.

Existe uma delicada interdependência entre a diversidade genética e biológica. Mudanças na biodiversidade são consequências de alterações no ambiente e requerem subsequente adaptação das espécies sobreviventes. Mudanças na diversidade genética, em particular a perda de espécies, resultam em redução da diversidade biológica.

Os estudos genéticos de populações sugerem várias hipóteses para a variabilidade genética. As duas principais teorias são a neutralista e a selecionista. Na neutralista, cada geração sofre mutações que ao longo do tempo são fixadas ou eliminadas da população, garantindo o polimor-



fismo. Na teoria selecionista, o polimorfismo é mantido pelo heterozigoto, ou seja, os indivíduos que possuem genes formados por alelos diferentes vindos do pai e da mãe.

Para analisar as variações genéticas várias técnicas são utilizadas, como: os polimorfismos de DNA amplificado ao acaso (RAPD), assim como outros marcadores de DNA, como RFLP (polimorfismos de comprimento de fragmentos de restrição) e AFLP (polimorfismos de comprimento de fragmentos amplificados), SNP e microsátélites. Essas técnicas detectam diferenças e semelhanças entre genótipos.

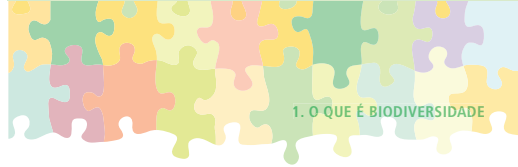
A diversidade genética também pode ser estimada em nível molecular pelo sequenciamento direto dos nucleotídeos de um gene específico ou pelo sequenciamento do genoma de um organismo. As substituições de pares de base dos cromossomos respondem pela significativa quantidade de variação natural em diferentes espécies.

Além de variações em nucleotídeos e combinações distintas de genes, as espécies também apresentam variações na forma, composição e número de cromossomos presentes. O estudo dessas características é denominado cariologia.

Se levarmos em consideração a complexidade da biodiversidade vegetal e o grande potencial das plantas para a alimentação humana e animal, para a medicina e para a manutenção da vida no planeta, a preservação dessa diversidade genética, além de uma necessidade, é um desafio.

## Evolução da política de conservação da biodiversidade

O biólogo Dr. Thomas Lovejoy, nos anos 1970, iniciou na Amazônia, junto com pesquisadores brasileiros, o projeto denominado, inicialmente, de "Tamanho Crítico Mínimo de Ecossistema", mais tarde denominado "Projeto das Dinâmicas Biológicas dos Fragmentos da Floresta" e finalmente de "Projeto de Fragmentos da Floresta". Esse projeto tinha como



objetivo avaliar qual a melhor estratégia para a conservação da Amazônia, uma grande reserva ou várias pequenas, com previsão de duração de 20 anos. Mas os estudos continuam, acumulando dados, e consistem no maior exercício de treinamento para brasileiros na ecologia desses ecossistemas.

Em razão desse trabalho, Lovejoy é reconhecido como um especialista líder em questões que vão desde a ecologia tropical às políticas financeiras para a conservação ambiental, e também foi o criador do termo “Diversidade Biológica”, em 1980. Em 1986, no 1º Fórum Americano sobre diversidade biológica, organizado pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA (National Research Council, NRC), o entomologista E. O. Wilson, substituiu a expressão “Diversidade Biológica” por “Biodiversidade”. A partir de 1986, o termo biodiversidade começou a ser muito utilizado por ecólogos, biólogos, ambientalistas, líderes políticos e cidadãos no mundo todo. Por causa do crescimento populacional ter provocado, cada vez mais, a ocupação de áreas aumentando a preocupação com a extinção de espécies e alterações ambientais, os ecólogos e ambientalistas procuram mostrar à sociedade a importância da conservação dos ecossistemas e da biodiversidade, considerando agora o aspecto econômico da proteção da biodiversidade.

A biodiversidade é a maior riqueza do planeta Terra, mas não é vista ou reconhecida como tal. A maioria das pessoas vê o valor da biodiversidade apenas quando plantas, animais e microrganismos são utilizados como produtos alimentícios, farmacêuticos ou cosméticos.

O crescimento populacional, o desenvolvimento industrial e o aumento galopante da poluição, que já não respeita mais fronteiras, propiciaram no final dos anos 1960, nos EUA, o surgimento de um novo ambientalismo, cujo objetivo é conciliar a sociedade e a natureza, protegendo o ambiente, ao mesmo tempo em que é possível servir-se dele, de forma sustentável. Lovejoy participou dessa mudança de concepção sobre conservação da biodiversidade.

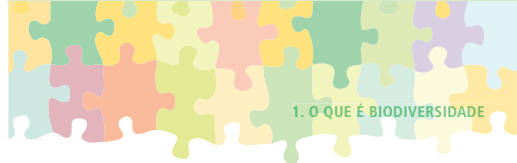
De acordo com Alencar (1996), antes dos anos 1970, a preocupação estava muito ligada ao modelo norte-americano e europeu de criação de

reservas, estabelecimento de parques e construção de cercas e guaritas. De um lado ficava a natureza, do outro, as pessoas. Nesse modelo, surge o debate entre grupos de preservacionismo e conservacionismo, sobre o impasse: proteger a natureza por meio da criação de parques e reservas ou fazer uso dos recursos naturais, conservando a natureza com um objetivo mais pragmático.

Essa mudança no paradigma da proteção ambiental acontece paralelamente a outra transformação nas ciências naturais, quando se passa da percepção das espécies, como foco de análise, para os ecossistemas, ou do mundo em que as espécies interagem. O conceito, antes estático, passou a ser dinâmico e multidimensional. Essa evolução no pensamento sobre proteção ambiental pode ser acompanhada pelo teor dos documentos: Convenção de Ramsar para a Proteção de Zonas Úmidas de Importância Internacional Especialmente os Habitats para Aves Aquáticas (1971); Convenção de Paris, sobre o Patrimônio Cultural e Natural (1972); Convenção de Washington, sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Extinção – CITES (1973); e Convenção de Bonn, para a Proteção de Espécies Migratórias da Vida Selvagem (1979).

A política de preservação da diversidade biológica, biopolítica, tem seus reflexos no direito ambiental e internacional. O primeiro passo foi o lançamento da Estratégia Mundial de Conservação em 1980, pela União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN em colaboração com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA e o Fundo Mundial para a Natureza – WWF. Esse fórum abordou de maneira global a discussão sobre diversidade de genes, espécies e ecossistemas. A estratégia era instruir, coordenar e guiar as políticas de conservação dos recursos vivos, desde o nível local, em parques e reservas, até o desenvolvimento de programas nacionais e internacionais de conservação.

Em Bali, em 1982, durante o Congresso Mundial de Parques Nacionais,



teve início uma discussão ampla sobre a questão do manejo de recursos e direitos humanos. Foi feita, naquela oportunidade, a primeira proposta de elaboração de um tratado para a proteção de recursos genéticos e desenvolvimento de instrumentos internacionais para regular a exploração comercial de recursos genéticos selvagens.

Em 1984, durante a 16ª reunião da Assembleia Geral da IUCN, iniciou-se a discussão sobre temas ligados a preservação da biodiversidade que se concretizaria na convenção sobre diversidade biológica – CDB assinada na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente – ECO-92. Os temas abordados foram: a) o papel dos recursos genéticos na manutenção da diversidade biológica; b) o acesso aos recursos genéticos; c) a responsabilidade dos Estados sobre a conservação dos recursos genéticos; d) o fortalecimento das legislações nacionais para conservação *in situ*; e) o uso comercial dos recursos genéticos; e f) os recursos financeiros para a conservação dos recursos genéticos. A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento lançou o Relatório de Brundtland ou “O Nosso Futuro Comum”, que propõe o desenvolvimento sustentável, com o objetivo de atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras, tornando uma prioridade básica fazer com que o problema das espécies em extinção e dos ecossistemas ameaçados constasse das agendas políticas.

Em junho de 1989, realizou-se a Convenção para a Conservação da Diversidade Biológica (CDB), preparada pela IUCN, que se apoiava em três pilares: 1) os Estados-nacionais têm o dever de conservar a diversidade biológica; 2) o princípio da liberdade de acesso aos recursos genéticos selvagens; 3) o princípio de que o custo da conservação deve ser distribuído de forma equitativa entre as partes.

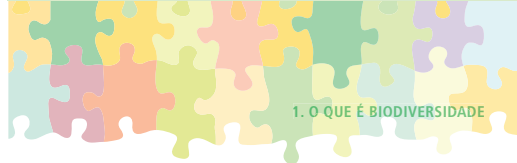
Dois grupos de estudos foram constituídos em nível internacional com o objetivo de preparar um tratado de biodiversidade. O primeiro formado por Especialistas Jurídicos e Técnicos com o objetivo de definir um instrumento jurídico internacional para a conservação da diversidade biológica

do planeta, que expressasse a necessidade da partilha de custos e benefícios entre países desenvolvidos e em desenvolvimento e para procurar formas de apoiar as comunidades locais, em políticas de conservação. O segundo grupo formado por Especialistas em Diversidade Biológica ressaltou a responsabilidade comum a todos os países para a conservação da biodiversidade, significando que os custos teriam que ser repartidos, de tal forma, que não recaíssem desproporcionalmente sobre os países ricos em diversidade biológica, em geral, países em desenvolvimento.

A Convenção de Biodiversidade, que nascera com característica conservacionista global, voltada para a proteção dos recursos biológicos, tornou-se a partir de 1991 um acordo global sobre desenvolvimento sustentável, constituindo um fórum de debates sobre questões sensíveis da clivagem Norte/Sul do planeta.

As reuniões do Comitê Intergovernamental foram marcadas por um confronto aberto de posições. De um lado, os EUA lideravam o G7 e os outros países desenvolvidos (Países Baixos, Escandinavos entre outros) defendendo uma linha conservacionista, considerando os recursos da biodiversidade patrimônio comum da humanidade, e com delineamento de políticas de conservação que deveriam ser aceitas pelo Sul incondicionalmente, já que o Sul era, por determinação geoclimática, guardião de um patrimônio global. A inclusão na agenda de questões relativas ao acesso aos recursos genéticos e à biotecnologia, regulamentação da liberação de organismos geneticamente modificados, ou biossegurança e direito de propriedade intelectual perturbavam os negociadores do Norte, porque desvirtuava o caráter natural do tratado, dando-lhe excessivo contorno econômico-político.

Do outro lado, Brasil, Índia e China lideravam o G77 com uma abordagem que pode ser considerada equilibrada em relação ao desenvolvimento sustentável (combinando conservação, estudo e utilização sustentável), se bem que ainda marcada por um forte apelo nacionalista. Foi aproveitada a oportunidade rara de se ter um tratado global em que a participação do Sul era decisiva e se incluía nas negociações da conservação um conceito



inédito em convenções internacionais, de que a proteção da biodiversidade era sim uma preocupação comum da humanidade, mas os recursos da biodiversidade não eram patrimônio comum da humanidade, pois pertenciam a cada nação onde existiam naturalmente. Além disso, o bloco dos países em desenvolvimento rejeitava o fato de que a conservação da natureza fosse tratada em um documento jurídico internacional, deixando-se de fora as questões relativas aos usos dos recursos biológicos, a partilha dos benefícios dele advindos e o financiamento adicional para as políticas de biodiversidade. A Convenção de Biodiversidade tinha que apresentar propósitos divergentes, dessa forma o Sul fechava posição e impossibilitava o acordo.

Finalizando, o acesso aos recursos genéticos deve ser definido com base em acordo mútuo; e os recursos biológicos pertencem aos países nos quais existem naturalmente e não constituem uma herança ou patrimônio comum da humanidade; mas sua conservação e uso sustentável devem representar uma preocupação comum da humanidade.

Direitos de propriedade sobre os recursos biológicos como propriedade intelectual relativa a produção da indústria biotecnológica e direitos à integridade intelectual das populações tradicionais são temas em discussão. Há tendência crescente de se dar valor à propriedade intelectual, de forma a compensar os altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento de produtos. Procurou-se também atribuir valor econômico aos recursos genéticos selvagens e aos conhecimentos tradicionais, de forma que todo o circuito, desde o acesso ao recurso até sua utilização, se incorporasse a uma escala de valor comum.

A Convenção prega o desenvolvimento sustentável, reconhecendo em cada parte as potencialidades e vulnerabilidades, tratando a interdependência como um desafio e uma oportunidade de cooperação. É um desafio político. Em junho de 1992, no Rio de Janeiro, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, ECO-92 ou RIO-92, foi assinada a Convenção da Diversidade Biológica – CDB, aprovada por 156 países.

A Convenção inovou em pelo menos quatro aspectos:

1. permitir que as razões éticas e estéticas para conservação da biodiversidade sejam reconhecidas oficialmente como relevantes, ao lado das razões econômicas e ecológicas;
2. abordar a conservação, o estudo e o uso sustentável de recursos biológicos de forma integrada e global;
3. estabelecer finalmente um vínculo entre conservação da biodiversidade e acesso aos recursos genéticos e à biotecnologia;
4. procurar contrabalançar os desníveis entre as partes propondo parcerias Norte/Sul que não se limitam ao financiamento, mas que impliquem em transferência de tecnologia para a conservação, a ciência e a utilização sustentável da biodiversidade.

Para a aplicação da Convenção da Biodiversidade são necessários conhecimentos sobre a biodiversidade, sua origem, manutenção e as perdas já ocorridas na Terra. A humanidade já penhorou 40% da produção primária territorial da Terra para seu próprio uso, com custos em termos de perda de *habitats* naturais e redução na viabilidade ou extinção das espécies. Nas florestas tropicais úmidas restam apenas 7% da área original e ela continua diminuindo em uma taxa estimada de 1 a 2% ao ano.

Com as mudanças climáticas adversas e a alta incidência de raios ultravioletas, o foco da proteção da biodiversidade mudou, tornando-se mais complexo e amplo.

## 2. Biomas do Estado de São Paulo



2



## 2. Biomas e biodiversidade no Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo apresenta dois biomas principais, a Mata Atlântica e o Cerrado e seus ecossistemas associados. Exemplos da flora, com seu nome científico, encontra-se no anexo 1, e da fauna no anexo 2.

### Mata Atlântica

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical do Brasil, cobria cerca de 1.400.000 km<sup>2</sup> do território brasileiro. Hoje em virtude do crescimento da população e industrialização restam somente 7% dessa floresta. Apesar de reduzida a poucos fragmentos, na sua maioria descontínuos, sua biodiversidade é uma das maiores do planeta, com níveis muito elevados de riqueza e endemismos (espécies que ocorrem exclusivamente na Mata Atlântica), estando entre os 34 *hotspots* globais de biodiversidade sendo uma área prioritária para conservação. A Mata Atlântica está entre as cinco regiões com maiores índices de endemismos da Terra, com diversas espécies ameaçadas de extinção (como indicam os Livros Vermelhos das Espécies Ameaçadas).

No Brasil, o bioma da Mata Atlântica estende-se do Piauí ao Rio Grande do Sul, apresentando diferentes formas de relevo, paisagens e características climáticas bastante variáveis.

A grande diversidade ambiental do bioma pode ser a causa da diversidade de espécies e do alto grau de endemismo. A latitude que se estende por 27 graus (3°S a 30°S) afeta a distribuição geográfica de espécies como os lagartos estudados pelo pesquisador Paulo Vanzolini. A altitude que varia do nível do mar até os 2.700 metros, com diferentes gradientes altitudinais, é responsável por diferenças na distribuição de espécies tanto da fauna como da flora. A variação longitudinal também propicia diferenças

significativas entre as florestas próximas ao litoral e aquelas mais para o interior do continente.

A biota da Mata Atlântica é composta por elementos muito antigos, que se diferenciaram há três milhões de anos, durante o Plioceno, e por elementos mais recentes, durante a transição do Pleistoceno-Holoceno, há cerca de 10 mil a 20 mil anos. Para muitos estudiosos a formação de rios e mudanças paleoecológicas regionais causadas por movimentos tectônicos também contribuíram para a evolução das espécies com distribuição restrita.



foto Acervo Fundação Florestal

Mata Atlântica

Estima-se a ocorrência de 20 mil espécies de plantas na Mata Atlântica, sendo seis mil endêmicas. Para a fauna alguns estudiosos indicam a existência de 1.800 espécies de vertebrados, sendo 390 endêmicas, mas esses números podem ser bem mais elevados porque para alguns grupos há carência de informações.

Pode-se dizer que o bioma Mata Atlântica em seu sentido amplo engloba várias formações vegetais, relacionadas com o tipo de solo, clima e relevo. Próximos ao mar, nas desembocaduras de rios, ocorrem os manguezais, em substrato lamoso. Na planície costeira arenosa estão as formações da restinga (complexo da restinga com diferentes fisionomias). Nas encostas íngremes, vales e planaltos estão as florestas ombrófilas densas e as florestas ombrófilas mistas. Mais para o interior, surgem as florestas estacionais (decidual e semidecidual) e os brejos interioranos. Nos cumes das serras estão os campos de altitude.

No Estado de São Paulo, a Mata Atlântica é representada da costa atlântica para o interior, pelos manguezais, formações de restinga, pela floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista, campos de altitude e floresta estacional decidual e semidecidual, estas últimas entremeadas com o cerrado.

## 1. Manguezais

Manguezal é uma formação que ocorre ao longo dos estuários, em função da água salobra produzida pelo encontro da água doce dos rios com a do mar. É uma vegetação muito característica, pois o manguezal (figura 2.1) tem poucas espécies de árvores: o mangue-vermelho, o mangue-branco, o mangue-preto ou canoé e o mangue-de-botão, (figura 2.2) – menos de 1% das espécies registradas na Mata Atlântica. Abriga uma diversidade de microalgas pelo menos dez vezes maior que usualmente encontradas nos lagos da Mata Atlântica. Essa abundância de algas garante a sobrevivência de uma grande quantidade de animais e a produ-

tividade do ambiente, importante para a população do litoral, que vive da pesca artesanal de peixes, camarões, caranguejos e moluscos, e para a indústria pesqueira em geral. As plantas possuem raízes providas de poros, que se projetam para fora do solo pobre em oxigênio e têm capacidade de utilizar esse gás diretamente da atmosfera. Possuem glândulas nas folhas, capazes de excretar o excesso de sal absorvido do solo encharcado por água do mar. Nas árvores do mangue, as sementes germinam antes do fruto se desprender da planta-mãe de tal modo que, ao cair, já apresentam um embrião bem desenvolvido.

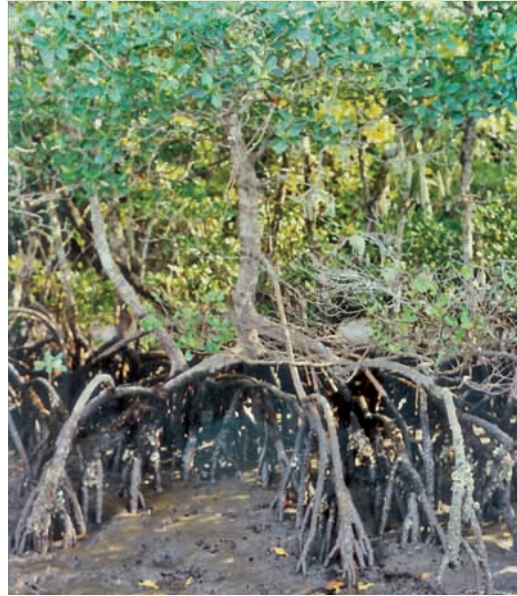


foto Acervo Instituto de Botânica

Fig. 2.1 Mangue vermelho

Além das árvores, os manguezais abrigam grande variedade de organismos característicos. Destacam-se as epífitas (plantas que vivem apoiadas em outras) como orquídeas, bromélias, samambaias e os líquens.

A fauna do mangue pode ser dividida em três grandes grupos: o primeiro constituído por seres que vivem toda a sua fase adulta nos mangues, como caranguejos, ostras e o jacaré-de-papo-amarelo, o segundo, constituído por aqueles que utilizam o mangue durante sua fase juvenil, formado principalmente pelos peixes; e o terceiro formado por alguns mamíferos e, em especial, pelas aves marinhas continentais como o papagaio-de-cara-roxa, o biguá e as garças.

A fauna do mangue pode ser dividida em três grandes grupos: o primeiro constituído por seres que vivem toda a sua fase adulta nos mangues, como caranguejos, ostras e o jacaré-de-papo-amarelo, o segundo, constituído por aqueles que utilizam o mangue durante sua fase juvenil, formado principalmente pelos peixes; e o terceiro formado por alguns mamíferos e, em especial, pelas aves marinhas continentais como o papagaio-de-cara-roxa, o biguá e as garças.

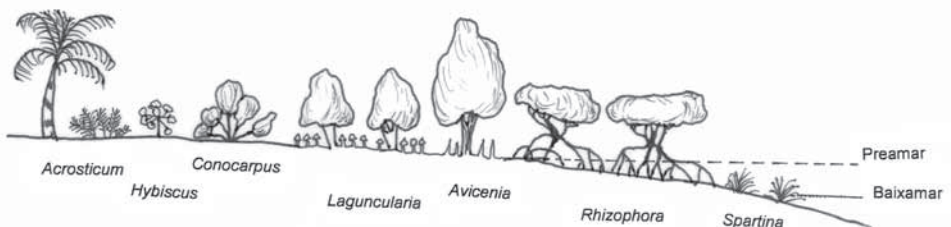


Fig. 2.2 Perfil esquemático do Manguezal

## 2. Restinga

Vegetação de restinga é o conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente distintas, sob influência marinha e flúvio-marinha, distribuídas em áreas com grande diversidade ecológica, sendo classificadas como comunidades edáficas, por dependerem mais da natureza do solo que do clima. A vegetação sobre dunas e planícies costeiras inicia-se junto à praia, com gramíneas e vegetação rasteira composta por ipomeia, pinheirinho-da-praia, carrapicho-da-praia entre outras. À medida que se avança para o interior a vegetação vai ficando cada vez mais variada assumindo diversos portes. Na formação arbustiva encontramos a camarinha, a congonhina, a maçã-da-praia, o arará, os cambuis e as pitangas além de diversas outras. Onde a vegetação assume porte arbóreo e nas florestas nota-se a clúsia, as canelas, a mandioqueira, o palmito-juçara, as guaricangas e diversas epífitas e trepadeiras, e no chão da floresta há uma grande quantidade de bromélias. Nas florestas paludosas há predominância de caxeta ou de guanandi. Em alguns locais aparecem brejos com densa vegetação aquática como as taboas e o chapéu-de-couro.

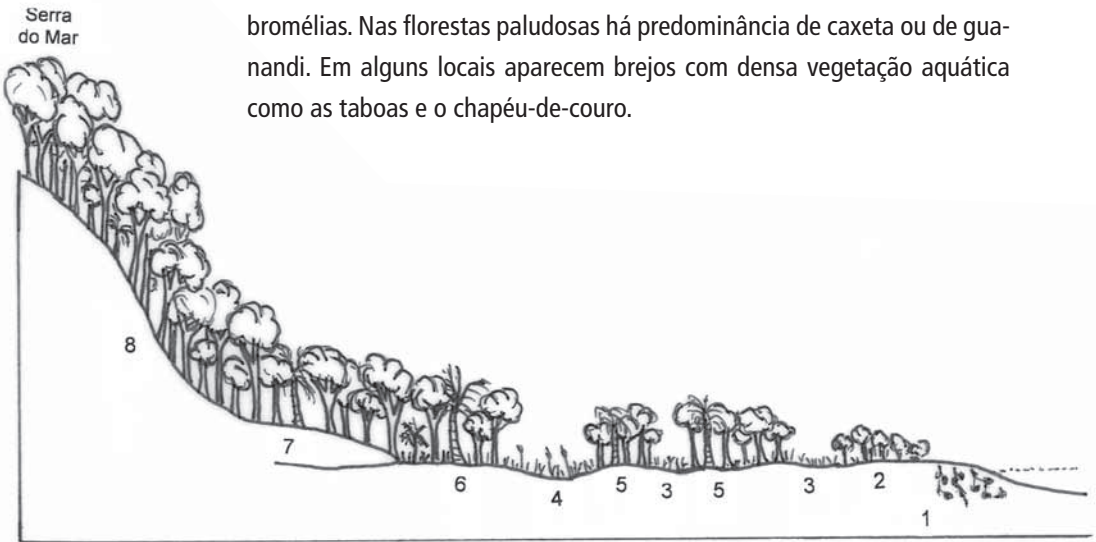


Fig 2.3 Perfil esquemático da Restinga: 1. Vegetação de praia e dunas; 2. Vegetação herbácea, arbustiva/subarbustiva; 3. Vegetação herbáceo-arbustiva em solo encharcado; 4. Brejo; 5. Floresta baixa; 6. Floresta alta; 7. Transição entre restinga e encosta; 8. Mata de encosta



A vegetação de restinga, em geral, caracteriza-se por folhas rijas e resistentes, caules duros e retorcidos e raízes com forte poder de fixação no solo arenoso (figura 2.3).

Em geral mamíferos predadores se restringem ao cachorro-do-mato, o guaxinim e alguns poucos felinos como o gato-do-mato. Ocorrem ainda alguns roedores, como o caxinguelê.

Nas praias arenosas, há urubus, gaivotas e maçaricos, entre outras aves, que são comedores de pequenos artrópodes ou se alimentam de carniça. Nas partes mais internas das restingas, onde a vegetação florestal é mais desenvolvida encontram-se aves como a rolinha-da-restinga, anus, bacuraus, beija-flores. Nas partes descampadas, vivem a corujinha-buraqueira, que usa as tocas abandonadas de tatu ou constrói seus abrigos, cavando o solo com as patas, e a corujinha-do-mato. Também são numerosos os passeriformes, como o sabiá-da-praia, o tiê-sangue, os sanhaços, as saíras e a pequena cambacica. Entre os répteis ocorrem serpentes, como a surucucu, lagartos e calangos.



foto Acervo Instituto de Botânica

Vegetação de praia e dunas

### 3. Floresta Ombrófila Densa

A floresta ombrófila densa caracteriza-se pela presença dominante de árvores que ocorrem em ambientes úmidos, praticamente sem épocas secas e de clima quente durante quase todo ano. O solo em geral é raso, ácido e pobre em nutrientes. É uma mata perenifólia (sempre verde) com diversos estratos, com dossel (“teto” da floresta) fechado ultrapassando 15 metros e árvores emergentes de até 40 metros de altura. Densa vegetação arbustiva, composta por samambaias arborescentes, bromélias e palmeiras. A floresta destaca-se pela riqueza de epífitas, representada principalmente pelas orquídeas e bromélias e, pelas lianas (trepadeiras e cipós). As plantas apresentam adaptações ao ambiente extremamente chuvoso, com folhas de superfície lisa e ápice em forma de goteira para o escoamento da água.

Entre as espécies de árvores de maior porte, estão o guapuruvu, o jequitibá, o cedro, as canelas, o embiruçu, o jatobá e a bicuíba. No interior da floresta destaca-se o palmito-juçara (figura 2.4), o folhão, o pasto-de-anta, o cambucá, a murta. Nas áreas mais abertas encontra-se o pau-jacaré, a urucurana e as pororocas.

Os animais são importantes agentes polinizadores e dispersores de sementes na floresta. Entre os mamíferos de grande porte estão as onças e os macacos. Nesse ambiente ocorre um grande número de roedores como as cutias e as pacas, e quase uma centena de espécies de morcegos. Na floresta ombrófila densa existem diversas espécies ameaçadas de extinção como o mono-carvoeiro, a onça-pintada (figura 2.5), as rãs e as pererecas. Entre os répteis alguns são exclusivos de algumas ilhas como a cobra-dormideira e a jararaca-ilhoa da Ilha Queimada Grande e a jararaca-de-alcatraz da Ilha de Alcatraz.





Fig. 2.4 Floresta ombrófila densa onde se destaca o palmito-juçara . Foto Clayton F. Lino

Fig. 2.5 Onça-pintada, um felídeo típico também do cerrado. Foto Acervo Fundação Zoológico





#### 4. Floresta Ombrófila Mista

Nos maciços descontínuos de São Paulo (serras de Paranapiacaba, Mantiqueira e Bocaina), a Floresta Atlântica combina-se com o pinheiro-do-paraná e dá origem a Floresta Pluvial de Araucária (ou Mata de Araucária).

O pinheiro-do-paraná constitui o andar superior da floresta, abaixo das araucárias encontra-se as canelas e as imbuías, e no sub-bosque são comuns mirtáceas, xaxins, samabaías e o pinheiro-bravo. A presença de casca-de-anta, pinheiro-do-paraná e pinheiro-bravo, sugere, pela altitude e latitude do planalto meridional, uma ocupação recente na história da Terra a partir de refúgios alto-montanos. Na época da frutificação da araucária é comum observar esquilos comendo seus frutos. O corocóxo e o pica-pau-dourado são duas aves restritas a essa floresta e a serpente muçurana também é restrita à floresta ombrófila mista das serras do Mar e Mantiqueira (figura 2.6).

#### 5. Floresta Estacional

Passando o planalto atlântico, em direção ao interior do estado, a precipitação anual das chuvas diminui, o clima apresenta sazonalidade mais definida, com inverno seco e verão chuvoso, e é nesse ambiente que se desenvolve a floresta estacional (decidual ou semidecidual). O inverno seco, com redução de água disponível no solo e diminuição da temperatura, faz a maioria das espécies de árvores perderem parte de suas folhas (semidecíduas), ou todas (decíduas), reduzindo seu ritmo de desenvolvimento e de consumo de água (figura 2.7).

A floresta estacional apresenta árvores altas de 25 a 30 metros, vegetação bastante diversificada, com muitos cipós e epífitas e samabaías nos locais mais úmidos. Está entremeada com o cerrado, sendo considerada uma transição entre a floresta ombrófila densa e o cerradão. O fator determinante da existência de cerrado ou floresta estacional em uma região é o tipo de solo, que é mais pobre sob o cerrado.

Existem diversas árvores de madeiras nobres na floresta estacional como o cedro, a peroba, o jatobá e o guarantã. Entre os animais estão a anta, os porcos-do-mato, diversos roedores e répteis. O mico-leão-preto é uma espécie ameaçada de extinção restrito às reservas de Caetetus, Angatuba e Teodoro Sampaio, administradas pela Secretaria do Meio Ambiente.



foto Acervo Instituto de Botânica

Fig. 2.6 Floresta ombrófila mista onde se destacam as araucárias



foto Leonardo R.S. Guimarães

Fig 2.7 Floresta estacional

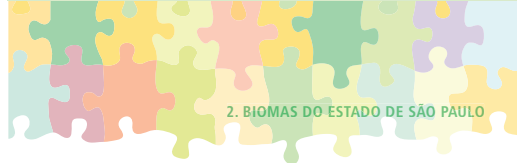
## 6. Campos de Altitude

Os campos de altitude são um ecossistema do bioma Mata Atlântica que ocorre acima da floresta altomontana, (acima de 1.500-2.000 metros), nas cadeias de montanha das serras do Mar, da Mantiqueira e da Bocaina. As baixas temperaturas encontradas no inverno, os ventos constantes e frios, os solos muito rasos e pobres em nutrientes, em que predominam rochas expostas, proporcionam o desenvolvimento de vegetação rasteira formada principalmente por gramíneas, pequenas árvores tortas e muitos líquens (figura 2.8). As folhas das plantas em geral são coriáceas e pequenas, os órgãos subterrâneos são mais espessos propiciando armazenamento de água e substâncias nutritivas. São predominantes espécies herbáceas e arbustivas como gramíneas, alecrim, maria-pretinha, pixirica e mimosa. As espécies arbustivas baixas ocorrem esparsamente em meio ao denso tapete graminoide. Destacam-se entre os animais as aves, entre elas duas espécies de abutres, a coruja-do-mato, o corujão-da-mata, a seriema e aquelas de pequeno porte, exclusivas das grandes altitudes: peito-de-pinhão, catraca. Dentre os mamíferos pode-se citar o cachorro-do-mato, o quati, o guará e a paca. O caráter disjuncto e o isolamento geográfico desse ecossistema constituem fatores relevantes para a ocorrência de um alto grau de biodiversidade e endemismo.



foto: Acervo Instituto de Botânica

Fig. 2.8 Campos da Serra da Bocaina em São Paulo



## Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e foi incluído entre os 34 *hotspots* globais de biodiversidade. Cobria aproximadamente 23% da superfície do país, de dois milhões de km<sup>2</sup>.

A área nuclear ou core do Cerrado está distribuída, principalmente, pelo Planalto Central Brasileiro, nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, parte de Minas Gerais, Bahia e Distrito Federal. Há outras áreas de cerrado, chamadas periféricas ou ecótonas, que são transições com os biomas Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga.

O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade com a presença de diversos ecossistemas, riquíssima flora com mais de dez mil espécies de plantas, com 4.400 endêmicas (exclusivas) dessa área. A fauna apresenta 837 espécies de aves; 67 gêneros de mamíferos, abrangendo 161 espécies e 19 endêmicas; 150 espécies de anfíbios, das quais 45 endêmicas; 120 espécies de répteis, das quais 45 endêmicas. Apenas no Distrito Federal, há 90 espécies de cupins, mil espécies de borboletas e 500 espécies de abelhas e vespas.

Por ser uma região abrangente, o clima é diversificado, entretanto predomina o tropical com duas estações do ano bem definidas, uma seca no inverno e outra úmida no verão. A pluviosidade anual fica em torno de 800 a 1.600 mm. A característica básica do relevo dessa região são as chapadas com encostas íngremes nas quais a paisagem evolui por escorregamento nas bordas determinando o fim do planalto. Os solos são em geral muito antigos, arenosos, porém planos e profundos, por causa da origem sedimentar, quimicamente pobres e com alto teor de alumínio.

A grande variabilidade de *habitats* nos diversos tipos de cerrado suporta uma enorme diversidade de espécies de plantas e animais. Entre a diversidade de invertebrados, os mais notáveis são os térmitas (cupins) e as formigas cortadeiras (saúvas). São eles os principais herbívoros do cerrado, tendo uma grande importância no consumo e na decomposição da matéria

orgânica, assim como constituem uma importante fonte alimentar para muitas outras espécies animais. Por outro lado, a pressão urbana e o rápido estabelecimento de atividades agrícolas vêm reduzindo rapidamente a biodiversidade desses ecossistemas.

As árvores do cerrado são muito peculiares, com troncos tortos, cobertos por uma cortiça grossa, cujas folhas são geralmente grandes e rígidas. Muitas plantas herbáceas têm órgãos subterrâneos para armazenar água e nutrientes. Cortiça grossa e estruturas subterrâneas podem ser interpretadas como algumas das muitas adaptações dessa vegetação às queimadas periódicas a que é submetida, protegendo as plantas da destruição e capacitando-as para rebrotar após o fogo. Acredita-se que, como em muitas savanas do mundo, os ecossistemas de cerrado vêm coexistindo com o fogo desde tempos remotos, inicialmente como incêndios naturais causados por relâmpagos ou atividade vulcânica e, posteriormente, causados pelo homem. Tirando proveito da rebrota do estrato herbáceo que se segue após uma queimada em cerrado, os habitantes primitivos dessas regiões aprenderam a se servir do fogo como uma ferramenta para aumentar a oferta de forragem aos seus animais (herbívoros) domesticados, o que ocorre até hoje.

Esse bioma também se caracteriza por suas diferentes paisagens, caracterizadas por extensas formações savânicas, interceptadas por matas ciliares ao longo dos rios, nos fundos de vale. Entretanto, outros tipos de vegetação podem aparecer na região dos cerrados, tais como os campos úmidos ou as veredas de buritis, em que o lençol freático é superficial; os campos rupestres podem ocorrer nas maiores altitudes. Mesmo as formas savânicas exclusivas não são homogêneas, havendo uma grande variação no balanço entre a quantidade de árvores e de herbáceas, formando um gradiente estrutural que vai do cerrado completamente aberto – o campo limpo, vegetação dominada por gramíneas, sem a presença dos elementos lenhosos (árvores e arbustos) – ao cerrado fechado, fisionomicamente florestal – o cerradão, com grande quantidade de árvores e aspecto florestal

(figura 2.9). As formas intermediárias são o campo sujo, o campo cerrado e o cerrado *stricto sensu*, de acordo com uma densidade crescente de árvores. Segundo Eiten (1970) os tipos fisionômicos do cerrado *latu sensu* se distribuem de acordo com três aspectos do substrato nos quais se desenvolvem: a fertilidade e o teor de alumínio disponível; a profundidade; e o grau de saturação hídrica da camada superficial e subsuperficial. Essa heterogeneidade abrange muitas comunidades de mamíferos e de invertebrados, além de uma importante diversidade de microrganismos, tais como fungos associados às plantas da região.

Muitos autores aceitam a hipótese do oligotrofismo distrófico para formação do cerrado, sua vegetação com características adaptativas marcantes a ambientes áridos, folhas largas, espessas e pilosas, caule extremamente suberizado etc. Contudo apesar de sua aparência xeromórfica, a vegetação do cerrado situa-se em regiões com precipitação média anual de 1.500 mm, estações bem definidas, em média com seis meses de seca, solos extremamente ácidos, profundos, com deficiência nutricional e alto teor de alumínio.

Em razão da sua localização, o cerrado, compartilha espécimes com a maioria dos biomas brasileiros (floresta amazônica, caatinga e floresta atlântica), com uma biodiversidade comparável a da floresta amazônica. Contudo por causa do alto grau de endemismo, cerca de 45% de suas espécies são exclusivas de algumas regiões, e a ocupação desordenada e destrutiva de sua área, o cerrado é hoje o ecossistema brasileiro que mais sofre agressões por parte do “desenvolvimento”.

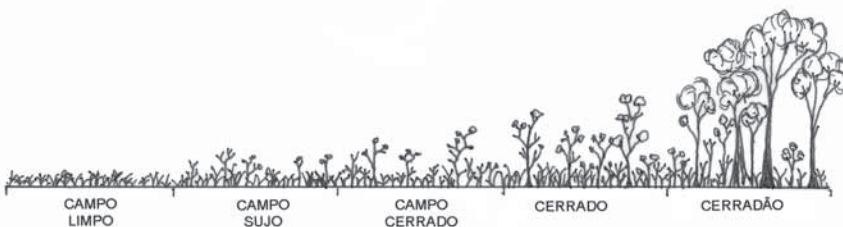


Fig. 2.9 Fisionomias do Cerrado



Em São Paulo originalmente o cerrado ocupava 14% do território do estado, hoje restam menos de 2% de sua vegetação original, distribuída de forma espacialmente muito fragmentada, interrompido diversas vezes por outras formações.

### 1. Cerradão

O cerradão apresenta fisionomia florestal, as árvores formam um dossel contínuo com poucas emergentes. No sub-bosque podemos observar arbustos pequenos e herbáceas como o capim-navalha e o caraguatá. A vegetação tem um aspecto de mata seca. No cerradão encontramos árvores típicas do cerrado como o barbatimão e o pequi, mas são mais comuns árvores como a candeia, o cinzeiro, a copaíba, o angico-preto, a marmelada entre outras. Os animais que vivem nessa formação em geral também estão presentes na floresta estacional e nas outras fisionomias de cerrado como a anta (figura 2.10), o porco-do-mato, a onça-pintada, gambás, veados, diversos roedores e um número muito grande de aves.



Foto Acervo Fundação Zoológico

Fig. 2.10 A anta (*Tapirus terrestris*) é um dos animais também da Mata Atlântica

## 2. Cerrado Típico

O cerrado típico apresenta árvores e arbustos em geral tortuosos e com casca espessa, dispersos em uma área dominada por gramíneas e outras plantas herbáceas. Nessa fisionomia ocorre a perobinha-do-campo, o ipê-amarelo, o marolo, o paratudo, o pequi entre diversas outras (figura 2.11).

O cerrado apresenta uma fauna extremamente característica como por exemplo, o tamanduá-bandeira, o lobo-guará (figura 2.12), o tatu-canastra entre outros.



foto Acervo Instituto de Botânica

Fig. 2.11 Cerrado típico com árvores e arbustos. Formação aberta com muitas herbáceas



foto Fausto Pires de Campos

Fig 2.12 Lobo-guará é encontrado também em outros ambientes, além das fisionomias do cerrado



### 3. *Campo Cerrado*

O campo cerrado, também chamado cerrado ralo, apresenta fisionomia um pouco mais aberta que o cerrado típico (figura 2.13). As árvores cobrem de 5 a 20% do terreno e apresentam as mesmas características do cerrado típico, porém são mais baixas. Como espécies típicas temos o cajuzinho-do-cerrado, a douradinha, a fruta-de-lobo, a jalapa, entre outras. A fauna é representada pelos tamanduás, tatus (figura 2.14), diversos répteis e aves.

### 4. *Campo Sujo*

No campo sujo a vegetação lenhosa é muito esparsa, geralmente representada pelos mesmos subarbustos ocorrentes nas outras fisionomias do cerrado. As gramíneas dominam a paisagem. Os animais observados no campo sujo são os mesmos presentes nas outras fisionomias.

É difícil correlacionar as espécies da flora do cerrado com as fisionomias do bioma. A maioria das espécies pode ocorrer em diferentes fisionomias, porém com abundâncias e aparências (hábitos) variáveis.

No cerrado de São Paulo existem espécies que podem ser consideradas exclusivas como gochnatia, gabiroba e fruta-de-pomba, com muito poucas coletas em outros estados e não encontradas em outros biomas.

Em relação à fauna também não é possível correlacioná-la com as diferentes fisionomias do bioma, uma vez que os animais se movimentam de uma fisionomia para outra em busca de alimentos ou abrigo.

foto Acervo Instituto de Botânica



Fig. 2.13 Campo cerrado com árvores muito esparsas.



Fig. 2.14 Cupinzeiros no campo sujo. Foto Marie Sugiyama



Fig. 2.14 Tatu. Foto Fausto Pires de Campos





# 3. Como conhecer a biodiversidade

3

### 3. Como conhecer a biodiversidade

A biodiversidade pode ser quantificada por meio de diferentes medidas, sendo que as mais comumente utilizadas são a riqueza e a equabilidade de espécies. A riqueza é definida como o número de espécies encontrado em uma determinada área ou *habitat*. A equabilidade reflete a uniformidade de distribuição da abundância entre as espécies de uma comunidade, portanto, em uma comunidade a abundância difere entre as espécies, sendo algumas muito abundantes (dominantes) e outras pouco abundantes (raras). (figura 3.1).

Por exemplo, uma comunidade de 50 indivíduos distribuídos em dez espécies, sendo que cada uma contém cinco indivíduos; uma segunda comunidade também formada de 50 indivíduos só que neste caso, 25 pertencem a uma única espécie e os outros 25 estão distribuídos entre as nove espécies restantes. Ambas as comunidades apresentam a mesma riqueza de espécies. Entretanto, a primeira comunidade, que apresenta uma distribuição mais equitativa de abundâncias é mais diversa que a segunda.

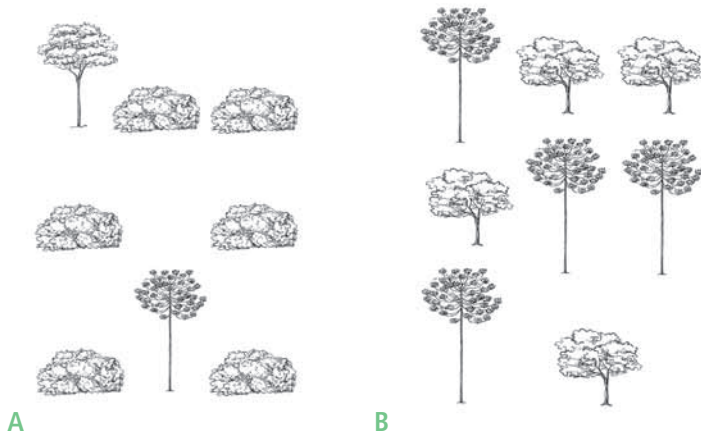


Fig. 3.1 Exemplo de duas amostras de vegetação coletadas de duas diferentes comunidades. A amostra A pode ser descrita como a de maior riqueza (diversidade) e a amostra B a que apresenta uma distribuição mais uniforme (maior equabilidade). (Adaptado de Purvis & Hector 2002). Ilustração de Maria Cecília Tomasi



A riqueza (ou diversidade) total da comunidade (diversidade  $\gamma$ ) é dividida entre a riqueza encontrada dentro da comunidade (diversidade  $\alpha$ ) e a diversidade entre as comunidades (diversidade  $\beta$ ).

A quantificação da biodiversidade é imprescindível para o estabelecimento de medidas de proteção e conservação. Dentre os grupos mais estudados na natureza, estão os vertebrados (principalmente aves, mamíferos, répteis e anfíbios), plantas com flores (flora fanerogâmica) e borboletas. As plantas sem flores (flora criptogâmica), como as briófitas e pteridófitas, algas, também têm sido estudadas.

Medir a riqueza em espécies de um determinado grupo de organismos em um determinado local não é tarefa simples. Uma das maneiras de avaliar a biodiversidade vegetal é através da realização de inventários biológicos em unidades amostrais, ou seja, é contar ou listar as espécies presentes em uma comunidade. Os inventários utilizam amostragens quantitativas para disponibilizar inicialmente informações relativas à presença ou ausência de espécies em determinadas áreas. O produto desses estudos são listas de espécies que ampliam as coleções biológicas de museus e herbários e podem conter espécies ameaçadas ou em risco de extinção (tabela 3.1). Entretanto, resultados de diferentes estudos podem não ser comparáveis, pois há uma gama de variação decorrente da utilização de diferentes métodos de coleta e do esforço de amostragem. Dessa forma, é fácil concluir que o número de espécies inventariadas vai depender do número de amostras recolhidas e da área de *habitat* explorada. Portanto, pressupõe-se que para realizar um estudo no qual a diversidade seja comparada entre comunidades é preciso que tanto o número de indivíduos como o tamanho amostral sejam semelhantes.

Uma das formas utilizadas para responder qual o tamanho mínimo de amostras que forneça um número de indivíduos ou uma área amostral que represente a composição específica da comunidade é a avaliação da relação entre o esforço amostral e o número de espécies amostradas, chamada curva do coletor (figura 3.2), (MULLER-DOMBOIS; ELLEMBERG,

1974). Para elaborar o gráfico deve-se colocar no eixo "X" o número de unidades amostrais e, em "Y" o número de espécies registradas. A curva é logarítmica e, inicialmente, à medida que aumentamos a área amostral o número de espécies cresce rapidamente, depois de forma mais lenta até ficar praticamente paralela ao eixo "X" (assintótica). Entretanto, para que a comparação dos dados obtidos para a comunidade seja interpretada de forma correta é recomendável que sejam utilizadas técnicas de reamostragem como o *bootstrap* e o *jackknife* para a obtenção de intervalos de confiança.

Tabela 3.1 Lista parcial contendo o nome da família e de espécies ameaçadas de extinção do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), município de São Paulo (Adaptado de Barros et al., 2002). Criticamente em perigo; em perigo; presumivelmente extinta e vulnerável.

Família	Número de espécies	Grau de ameaça
Aquifoliaceae	1	vulnerável
Bromeliaceae	1	criticamente em perigo
Campanulaceae	1	presumivelmente extinta
Cucurbitaceae	1	vulnerável
Euphorbiaceae	1	em perigo
Gesneriaceae	1	vulnerável
Lauraceae	3	em perigo
	1	vulnerável
Malpighiaceae	1	em perigo
Meliaceae	1	em perigo
	2	vulnerável
Orchidaceae	3	vulnerável
Passifloraceae	1	presumivelmente extinta
Proteaceae	2	vulnerável
	1	em perigo
Simaroubaceae	1	em perigo
Verbenaceae	1	em perigo

Uma das maneiras de avaliar a biodiversidade é através da realização de inventários biológicos em unidades amostrais. Os métodos utilizados nos inventários dependem do objetivo a ser atingido pelo projeto e também do organismo a ser estudado. Os inventários conhecidos como Projetos Ecológicos de Longa Duração – PELD, que têm como objetivo principal o estudo da estrutura, composição e o entendimento de processos ecológicos, utilizam a implantação e manutenção de parcelas permanentes. A área de estudo a ser inventariada geralmente abrange um hectare. Tal método tem elevado custo financeiro e necessita de um longo período para implantação, coleta de dados e manutenção da parcela. Inventários Rápidos (RAP) têm como objeto avaliar a composição e número de espécies. Esse método foi desenvolvido por Gentry (1982) e consiste na amostragem de espécies dentro de dez transectos lineares de 2 x 50 m, o que totaliza uma área total de 0,1 hectare. Ambos os métodos são comuns nos estudos de comunidades vegetais; entretanto, são também empregados em inventários de fauna, principalmente de organismos sésseis e de locomoção lenta.

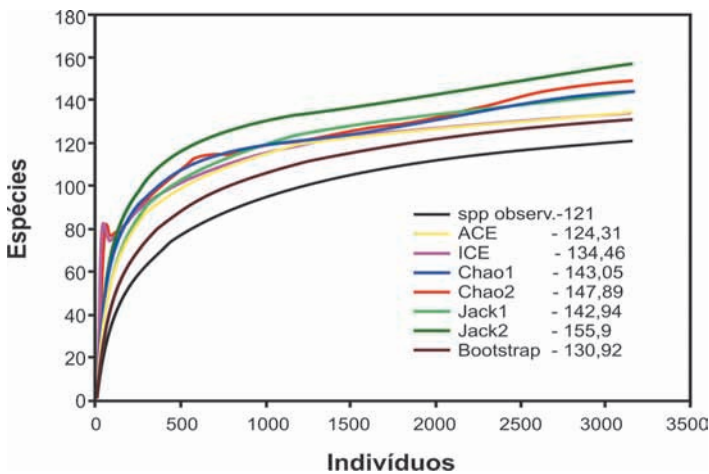


Fig. 3.2 Curva de coletor utilizando técnicas de reamostragem em que os valores sugerem que foram obtidos de 77% a 92% da fauna acessível aos métodos utilizados, e que se encontrava adulta na época do levantamento (Nogueira et al., 2006).



O método de captura e recaptura (LINCOLN-PETERSON), desenvolvido para o estudo de fauna, como o próprio nome diz, consiste na captura aleatória, identificação, anotação de caracteres (peso, tamanho, idade, espécie, marcação), seguida de liberação dos indivíduos. Após um intervalo de tempo pré-determinado ocorre uma segunda coleta na qual o pesquisador volta ao local para a recaptura dos espécimes. Brincos, colares e anilhas são considerados como marcas de longa durabilidade embora possa se desprender quando o animal briga ou se enrosca na vegetação.

Outros métodos utilizados para estimar a fauna numérica, principalmente de animais furtivos, consistem em avaliar pegadas deixadas sobre o substrato como areia, com auxílio de desenhos, moldes ou fotografia. As armadilhas fotográficas funcionam bem como método não invasivo para “capturar” animais. Elas são utilizadas para o levantamento de espécies e populações. A máquina fotográfica é acoplada a um sistema disparador que pode ser: sensores de raios infravermelhos capazes de detectar o calor corporal, sensor de radar e sistema mecânico. Esses equipamentos registram data e horário da foto. Iscas são igualmente utilizadas em armadilhas e dependem do objetivo pretendido. Além desses, os estudos etnozoológicos auxiliam no levantamento da fauna.

Uma outra abordagem de investigação de biodiversidade é por meio da análise da variabilidade genética de indivíduos ou populações de espécies. A diversidade genética é a variedade de alelos e genótipos presentes em um grupo (populações, espécies ou grupos de espécies). A diversidade genética é necessária para as populações evoluírem e lidarem com as mudanças ambientais.

Genes são sequências de nucleotídeos (aminoácidos) que ocupam uma determinada posição (loco) de uma molécula de DNA. A diversidade genética representa pequenas diferenças nessas sequências, e é geralmente descrita usando-se polimorfismo (diferenças comuns entre indivíduos da mesma espécie), heterozigosidade (quantidade de diversidade genética em



uma determinada posição-loco) e diversidade de alelos (diferentes formas de um gene).

Algumas alterações de nucleotídeos causam variações na sequência de aminoácidos (proteína) e serão responsáveis por muitas diferenças fenotípicas (visíveis) encontradas entre os indivíduos de uma mesma população.

Essa variação proteica pode causar variações morfológicas ou bioquímicas que alteram o sucesso reprodutivo, a sobrevivência ou o comportamento dos indivíduos. A diversidade genética pode ser medida para proteínas (isozimas) e DNA (mitocondrial, de cloroplasto e nuclear). Microssatélites são atualmente os marcadores genéticos mais informativos e práticos para se medir a variação no DNA de uma população. Quando há vários locos, as medidas de diversidade são a média dos locos.

A bioprospecção é também uma prática investigativa que seleciona organismos vivos ou partes do seu patrimônio genético como alvos principais para estudos biológicos e químicos na busca de novos produtos.

## Mudanças no padrão de diversidade no tempo

Tanto a composição como a abundância de espécies podem mudar ao longo do tempo ou mesmo de um ano para outro após a ocorrência de uma perturbação, que segundo Townsend e Hildrew, 1994, são situações que removem organismos ou interferem na comunidade.

O contínuo estado de mudanças de uma comunidade produz uma estrutura ambiental bastante heterogênea, criando *habitats* específicos que proporcionam o estabelecimento ou a exclusão de espécies. Quando a perturbação expõe uma área nova, nunca antes ocupada por uma outra comunidade, como por exemplo, dunas recentemente expostas, a sequência de espécies que colonizarão a área é denominada de sucessão primária. Quando a perturbação ocorre parcial ou totalmente em uma área onde pré-existia uma vegetação no solo há um estoque de sementes ou esporos. Essa

sequência de ocupação é chamada de sucessão secundária. Ao longo do processo sucessional a composição de espécies da comunidade se altera.

O processo de sucessão secundária mantém as comunidades em um estado de equilíbrio dinâmico: indivíduos morrem e são subsequentemente substituídos por outros; a energia e os nutrientes são transferidos através dos diferentes níveis tróficos. A manutenção da grande diversidade biológica encontrada na floresta tropical, por exemplo, está intimamente relacionada a essa heterogeneidade ambiental. A consequência das perturbações é a abertura de uma clareira cujo tamanho vai ser uma função do distúrbio. A revegetação dessa clareira ocorre por intermédio do crescimento lateral da copa das árvores, pela rebrota de árvores presentes na área, pelo crescimento de indivíduos jovens (plântulas) já estabelecidas no sub-bosque da floresta, pela germinação de sementes presentes no banco de sementes do solo ou de sementes que chegam ao local através da chuva de sementes.

Tem-se postulado que cada uma das etapas da dinâmica florestal é caracterizada por grupos ou classes de espécies que apresentam características em comum. Cada classe difere entre si na estatura, arquitetura, fisiologia, necessidades nutricionais e características reprodutivas. Por exemplo, enquanto as espécies pioneiras crescem em grandes clareiras outras apresentam diferentes graus de tolerância à sombra.

O ciclo de reconstrução das florestas tropicais foi dividido em fases por seres (espécies) distintos entre si, quanto à composição florística e à estrutura segundo uma sequência temporal: pioneira, secundária inicial, secundária tardia e clímax. Cada uma dessas fases é colonizada por grupos de espécies que obtêm sucesso no estabelecimento e no desenvolvimento perante as condições vigentes em cada uma dessas etapas.

As fases iniciais (pioneira e secundária inicial) são colonizadas por espécies intolerantes à sombra, com sementes pequenas, dispersas predominantemente por pássaros e morcegos e que podem permanecer viáveis no banco de sementes do solo por longos períodos. Espécies de seres secundárias tardias são tolerantes à luz durante o estágio juvenil; apresen-



tam sementes de tamanho médio a grande e que permanecem no solo por períodos relativamente curtos. Espécies de estágio climácico são tolerantes à sombra e apresentam sementes que germinam rapidamente após a dispersão formando um banco de plântulas.

A investigação e a compreensão dos mecanismos naturais envolvidos no processo de sucessão secundária têm norteado, nas últimas décadas, tanto a conservação quanto a restauração florestal. Ao mesmo tempo que ocorre intenso processo de redução das áreas florestadas, pergunta-se de que forma os processos naturais envolvidos na dinâmica de comunidades podem nortear as atividades de manejo e preservação dos ecossistemas naturais.

## Bioindicadores

Desde que a vida surgiu no planeta Terra os seres vivos vêm se diversificando para ocupar cada lugar existente, com as espécies adaptando-se a cada pequeno espaço existente em sua luta por sobrevivência, competindo entre si por espaço, luz, água, alimento e demais condições de vida e de reprodução.

É claro que menos espécies conseguiram se adaptar às condições mais áridas ou aonde as temperaturas atingem valores extremos, como na Antártida ou nos desertos quentes. Porém, nas regiões de clima menos hostil e com bastante água à disposição, a biodiversidade tornou-se elevada, atingindo valores muito altos em latitudes tropicais como as do Brasil, nas quais se desenvolveram espécies adaptadas não apenas aos diferentes climas, mas também a cada pequena variação ambiental dentro dos diversos ambientes existentes no interior das diversas formações vegetais.

Se por um lado isso significa que em nossas matas existe uma enorme biodiversidade, com recursos biológicos social e economicamente importantes, também significa que os seres vivos que aí vivem estão adaptados a viver dentro de limites estreitos de variação ambiental, nichos.

Por vezes, o simples fato de se abrir picadas ou fazer um rareamento no interior de matas e bosques, retirando as plantas que “estão atrapalhando”, causa uma alteração no padrão de circulação do ar, o que provoca uma dessecação do ambiente, que, por sua vez, mata e derruba das árvores um grande número de plantas epífitas, acompanhadas de toda a fauna a ela associada, prejudicando ou eliminando outros vegetais e animais que dependem da existência dessas plantas e animais. Como consequência, ocorre uma redução da biodiversidade e dos recursos biológicos que dependem dela.

Assim, a redução da biodiversidade pode indicar a presença de algum problema ou alteração ambiental, seja natural, seja causado pela interferência do ser humano sobre a natureza.

Acontece que entre os seres vivos existem alguns mais sensíveis que outros às variações do ambiente. Esses seres, que podem ser desde simples espécies ou todo um grande grupo, mostram grandes variações, que podem ser medidas, com relativamente pequenas variações ambientais, e são chamados de bioindicadores. Há grupos, como por exemplo, os líquens, cujos indivíduos ou espécies morrem e desaparecem antes de outros seres vivos quando a poluição do ar se inicia e podem ser utilizados com eficiência para monitorar esse tipo de alteração ambiental.

Ao se acompanhar a diminuição do número de espécies de líquens sobre troncos de árvores, é possível estabelecer qual o nível de poluição do ar; isso porque cada espécie de líquen tem uma determinada tolerância à poluição, de modo que pode ser elaborada uma escala que associa o nível de poluição à ausência das espécies. Esse tipo de monitoramento, efetuado há tempos na Europa, está em seus estágios iniciais no Brasil, onde se está determinando quais espécies podem ser utilizadas como indicadoras.

A medida da biodiversidade não depende apenas do número de espécies que existe numa região; depende também da quantidade relativa de indivíduos dessas espécies que compõem a comunidade. Em outras palavras: se uma espécie tem muito mais indivíduos que as outras espécies que

habitam o mesmo local, a diversidade é considerada baixa. Assim, as plantações, reflorestamentos comerciais e determinadas matas nas quais uma ou poucas espécies dominam toda a estrutura da comunidade, como nas florestas boreais, nos desertos e nas regiões árticas, por exemplo, são lugares de baixa diversidade. Nesses locais, a ação humana ou os extremos ambientais fazem com que poucas espécies tenham uma grande população relativamente aos outros seres vivos que tentam aí sobreviver.

A atividade humana e os produtos e resíduos dessa atividade têm exercido enorme pressão sobre as comunidades naturais, alterando drasticamente a biodiversidade, às vezes por meio de produtos tóxicos, às vezes pelo lançamento de nutrientes em excesso no ecossistema (eutrofização).

Os despejos de esgotos domésticos e industriais, as atividades agrícolas e o desmatamento são as principais causas da eutrofização dos sistemas aquáticos continentais. Isso provoca diversas alterações nas qualidades físicas, químicas e biológicas da água, tais como, aumento das concentrações de nitrogênio e fósforo, baixa transparência, diminuição da camada de água na qual há penetração de luz solar e aumento do pH, trazendo como consequência o aumento excessivo de células de determinadas espécies de algas na superfície da água, fenômeno conhecido como floração. Geralmente, as algas dominantes são as cianobactérias, favorecidas em ambientes eutrofizados, e que formam rapidamente as florações



Fig. 3.3 Floração de cianobactérias em lago eutrofizado por esgoto.



(figura 3.3), que na maioria das vezes são tóxicas e causam graves problemas ambientais e de saúde pública.

Esse tipo de ocorrência, que é uma indicação de desequilíbrio, sempre leva à perda da biodiversidade, já que muitas espécies não toleram a nova situação e tendem a desaparecer, permanecendo apenas as mais adaptadas a essa situação.

Por isso, nem sempre a presença de grande quantidade de seres vivos indica uma boa condição ambiental. Pode ocorrer que um determinado local esteja totalmente ocupado por um indicador da presença de poluição.

Um outro exemplo é mostrado pelos líquens que crescem sobre os troncos das árvores na zona urbana das cidades. No sul e sudeste brasileiro existe uma espécie chamada *Canoparmelia texana*, uma competidora fraca mas extremamente tolerante a extremos ambientais, que nas condições naturais é pouco frequente. Normalmente é encontrada quase apenas em locais muito secos e iluminados (por exemplo, ramos das árvores, troncos de árvores na beira das estradas) onde as outras espécies não conseguem se desenvolver bem. Com a chegada da urbanização, seguida pela poluição do ar, a maioria das espécies de líquens acaba desaparecendo, deixando livre uma grande área que é tomada por grandes populações dessa espécie, que reveste os troncos das árvores em muitas praças nas cidades médias e grandes dos estados do centro-sul do Brasil. Normalmente, a presença de líquens indicaria uma excelente qualidade do ar, mas, nesse caso, a baixa biodiversidade associada à presença de grande população de *Canoparmelia texana*, indica exatamente o oposto, como ocorre com floração de cianobactérias.

É claro que a biodiversidade pode baixar até que os seres vivos desapareçam. Nesse caso, ela indicaria que as alterações ambientais, naturais ou não, podem estar levando a enormes desastres, com consequências ainda mais imediatas para a saúde e mesmo a sobrevivência humana.



## Aplicação dos conhecimentos da biodiversidade

Com os conhecimentos sobre a biodiversidade foi possível elaborar listas, conceito para direcionar locais ou espécies que deveriam ser enquadradas como prioridades para a conservação. Daí o surgimento do conceito de *hotspot* e de lista de espécies ameaçadas como o Livro Vermelho.

### *Hotspot*

São chamados de *hotspots* locais que concentram alta biodiversidade associada a uma grande ocorrência de endemismos (espécies que só ocorrem naquela região) e sujeitas a grande pressão antrópica. Esse conceito foi criado em 1988, pelo ecólogo inglês Norman Myers, para identificar áreas mais importantes para preservar a biodiversidade na Terra. Ao observar que a biodiversidade não estava igualmente distribuída no planeta, Myers procurou identificar quais as regiões que concentravam os mais altos níveis de biodiversidade. Portanto, área prioritária para conservação é a com alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau. É considerada *hotspot* uma área com pelo menos 1.500 espécies endêmicas de plantas e que tenha perdido mais de  $\frac{3}{4}$  de sua vegetação original. No Estado de São Paulo, o Cerrado e a Mata Atlântica enquadram-se nessas condições

### *Listas de espécies ameaçadas de extinção*

Listas de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção são produtos do conhecimento da biodiversidade de uma determinada área geográfica fornecida por especialistas. Na maioria das vezes, esses especialistas são taxonomistas, isto é, pessoas que estudam as relações entre



as plantas e os animais e estabelecem nomes científicos para as mesmas. A elaboração dessas listas só é possível quando se conhece a flora ou fauna de uma determinada região, após a realização de inventários de plantas e animais.

Para se classificar uma determinada espécie em uma das categorias de ameaça estabelecidas pela UICN (União Internacional para Conservação da Natureza), as espécies são classificadas de acordo com vários critérios, dentre os quais destacam-se dados sobre a distribuição geográfica, tamanho da população, presença de polinizadores e dispersores, ausência de coletas recentes, dentre outros. Para maior detalhamento desse processo, consultar os critérios estabelecidos para a elaboração da Lista de Espécies Vegetais Ameaçadas do Estado de São Paulo (MAMEDE et al., 2007).

As listas e os livros vermelhos são mecanismos utilizados internacionalmente, inclusive como maneira de conter o tráfico e o comércio ilegal de espécies, conforme disposto nos anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES), da qual o Brasil é signatário. O principal papel dos livros vermelhos é alertar os tomadores de decisão, profissionais da área de meio ambiente, conservacionistas e a opinião pública em geral, sobre o risco crescente de extinção de espécies e suas consequências sobre o patrimônio genético do planeta. Se bem entendidas, a lista com as espécies citadas nos livros vermelhos podem e devem influenciar no desenho das políticas públicas e privadas de ocupação e uso do solo, a definição e priorização de estratégias de conservação, o estabelecimento de medidas que visem reverter o quadro de ameaça às espécies, além de direcionar a criação de programas de pesquisa e formação de profissionais especializados em biologia da conservação.

Em 1972, um grupo de especialistas, apoiados pela Academia Brasileira de Ciências, elaborou pela primeira vez a lista de "Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção", contendo 86 táxons (Portaria nº 3481 – DN/31.05.1973). Atualizada em 1989, a "Lista Oficial de Espécies da Fauna



Brasileira Ameaçada de Extinção” foi publicada na Portaria nº 1.522 do IBAMA, em 19 de dezembro de 1989. Essa lista identificou 207 animais, dentre vertebrados e invertebrados, sob ameaça de desaparecimento, e incluiu sete espécies consideradas como provavelmente extintas. Posteriormente foram incluídas na lista oficial, por meio de portarias adicionais (Portaria nº 45-N, de 27 de abril de 1992 e Portaria nº 062, de 17 de julho de 1997), uma espécie de primata, nove morcegos e um pássaro, totalizando 218 espécies. Em 2002, a Fundação Biodiversitas realizou a revisão da Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, tendo em vista as aceleradas modificações ambientais que se processaram desde a sua elaboração em 1989. A lista atual conta com 633 espécies ameaçadas de extinção, contando com os grupos de invertebrados terrestres, anfíbios, répteis, aves, mamíferos, invertebrados aquáticos e peixes (Instruções Normativas nº 03, de 27 de maio de 2003 e nº 05, de 21 de maio de 2004 do MMA e o Decreto nº 53.494, de 2 de outubro de 2008 da SMA). Muitas das novas informações existentes sobre a fauna ameaçada de extinção no Brasil advêm das listas e dos livros vermelhos, atualmente já elaborados para os estados do Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e, recentemente em homologação, Espírito Santo. As revisões periódicas da Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção são fundamentais para manter a função principal desse documento que é permitir a priorização de recursos e ações de proteção das espécies, além de alertar a sociedade e os governos sobre a necessidade de adoção de medidas efetivas para proteção dessas espécies. Espera-se que, além da nova lista, o livro vermelho auxilie também na reavaliação das medidas que vêm sendo adotadas para a proteção de espécies da fauna brasileira, redirecionando-as ou tornando-as mais rígidas em função dos resultados obtidos na sua revisão.

O “Livro Vermelho das Espécies Vegetais Ameaçadas do Estado de São Paulo” destaca 1.086 espécies vegetais ameaçadas de extinção e que precisam de medidas urgentes para sua preservação. A obra, resultado de

estudos realizados de 1998 a 2004 por cerca de 400 pesquisadores vinculados à Secretaria do Meio Ambiente, universidades e institutos de pesquisa, deverá auxiliar na conservação e na restauração dos principais biomas do estado. A lista foi elaborada de acordo com critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês) e adaptada para a flora paulista durante encontros de pesquisadores realizados no Instituto de Botânica. Entre as espécies ameaçadas do livro, cuja relação foi publicada em setembro de 2004 no Diário Oficial do Estado de São Paulo, estão nomes conhecidos como a cabreúva, o xaxim e a araucária.

O Livro Vermelho traz comentários e informações adicionais, como critérios utilizados para a inserção das espécies nas diferentes categorias e textos científicos escritos pelos pesquisadores que incluem medidas para a conservação, além de uma nova listagem com espécies quase ameaçadas que estão próximas de integrar a lista oficial das ameaçadas (MAMEDE et al 2007).

A obra, segundo Mamede, deverá contribuir ainda para o planejamento ambiental de São Paulo na orientação dos processos de licenciamento de novos empreendimentos, planos de manejo em unidades de conservação e expedição de laudos de desmatamento.

Com a divulgação da metodologia utilizada para a elaboração da listagem, a obra auxiliará no aperfeiçoamento dos critérios de seleção das espécies, o que será útil para as próximas avaliações de plantas ameaçadas. A metodologia utilizada deve ser questionada para ser melhorada (MAMEDE et al 2007).

O livro traz ainda informações sobre a distribuição geográfica das espécies e, em muitos casos, bioma de ocorrência, local e ano da última coleta registrada. Das 1.086 espécies ameaçadas, 407 estão no grupo das “presumivelmente extintas”, considerada a última categoria antes de elas desaparecerem por completo.

Por isso, além de indicar novas diretrizes de pesquisas para que os cientistas tenham mais condições de avaliar o estado de conservação das espécies, o livro também servirá como parâmetro de fiscalização por parte de órgãos públicos como o Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais (MAMEDE et al. 2007).

Essas listas representam um instrumento bastante eficiente, utilizado pelos órgãos responsáveis na emissão de licenças ambientais, na análise



de desmatamentos realizados, bem como também na aplicação de multas e no estabelecimento de ações de reparação a danos ambientais.

As informações contidas nessas listas podem auxiliar no estabelecimento de novas áreas de proteção e conservação da flora e fauna nativas, tais como parques, estações ecológicas, reservas biológicas, áreas de proteção ambiental (APAs) etc.

Essas listas podem apresentar abrangências diversas, podendo ser elaboradas para municípios (DI MAIO; SILVA, 2000), estados (MAMEDE et al., 2007) ou país (Instrução Normativa nº 06<sup>1</sup> e Livro Vermelho da Fauna Ameaçada<sup>2</sup>).

## Projetos destinados ao conhecimento e conservação da biodiversidade

O programa BIOTA-FAPESP foi criado oficialmente em março de 1999 e tem como objetivo estimular e articular projetos de pesquisa que pudessem contribuir para mapear e analisar a biodiversidade do Estado de São Paulo para que, a partir daí, fossem definidos os mecanismos para sua conservação, seu potencial econômico e sua utilização sustentável.

O programa BIOprospecTA, a Rede de Bioprospecção do Estado de São Paulo, visa estimular a pesquisa multidisciplinar entre as áreas de botânica, química de produtos naturais, biologia, farmacologia e farmácia, fundamentais para a caracterização de bioprodutos oriundos da rica biodiversidade dos biomas remanescentes do Estado de São Paulo.

1 [www.ibama.gov.br/2008/09/publicada-a-lista-de-especies-da-flora-brasileira-ameacada-de-extincao/](http://www.ibama.gov.br/2008/09/publicada-a-lista-de-especies-da-flora-brasileira-ameacada-de-extincao/)

2 [www.ibama.gov.br/2008/11/livro-vermelho-uma-ferramenta-de-protecao-a-fauna/](http://www.ibama.gov.br/2008/11/livro-vermelho-uma-ferramenta-de-protecao-a-fauna/)



# 4. Efeitos de impactos ambientais na biodiversidade



## 4. Efeitos de Impactos Ambientais na Biodiversidade

Quando os cientistas se reúnem para discutir o impacto das alterações ambientais na biodiversidade, os resultados são bastante controversos. Alguns acreditam que as espécies conseguiram sobreviver a cenários passados piores que os atuais e que as previsões sobre os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade de espécies são muito alarmistas. Outros acreditam que as ações antrópicas, as mudanças no regime de chuvas, o aumento da temperatura e do nível dos oceanos, a composição dos ecossistemas e a disponibilidade de alimentos terão efeitos significativos na riqueza de espécies.

### O aquecimento global

O aquecimento global é resultado da emissão crescente de gases de efeito estufa (GEEs), sobretudo o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), na atmosfera. Isso acontece, entre várias causas, pela queima de combustíveis fósseis (como petróleo, carvão e gás natural) e por meio do desmatamento. Como consequência, o clima global sofrerá uma série de mudanças no futuro. Entre essas mudanças encontram-se o aumento de temperaturas médias mundiais, bem como a alteração de padrões de chuva (sua intensidade e localização).

Visando reduzir as emissões mundiais de  $\text{CO}_2$ , 160 governos assinaram a Convenção Marco sobre Mudança Climática durante a ECO-92, realizada no Rio de Janeiro. O objetivo era “evitar interferências antropogênicas perigosas no sistema climático”. Foi incluída uma meta para que os países industrializados mantivessem suas emissões de gases estufa, em 2000, nos níveis de 1990.

Em 1997, no Japão, foi assinado o Protocolo de Kyoto, que compromete uma série de nações industrializadas a reduzir suas emissões em 5,2%

– em relação aos níveis de 1990 – para o período de 2008-2012. A lista dos países relacionados no protocolo e a quantidade de gases poluentes emitida por cada um em 1990 estão contemplada na tabela 4.1. Pelo Protocolo, os países desenvolvidos devem tomar uma série de medidas para atingir as metas de redução, dentre as quais se destacam: a) o aumento da eficiência energética em setores relevantes da economia; b) promoção de práticas sustentáveis de manejo florestal, florestamento e reflorestamento; c) promoção de formas sustentáveis de agricultura; d) promoção e pesquisa de tecnologias de sequestro de dióxido de carbono.

Tabela 4.1 Quantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitidas pelos países desenvolvidos em 1990. Os valores apresentados servem como base para as futuras reduções previstas pelo protocolo de Kyoto para o ano de 2012.

País	Emissões(Gg)	Porcentagem
Alemanha	1.012.443	7,4
Austrália	288.965	2,1
Áustria	59.200	0,4
Bélgica	113.405	0,8
Bulgária	82.990	0,6
Canadá	457.441	3,3
Dinamarca	52.100	0,4
Eslováquia	58.278	0,4
Espanha	260.654	1,9
Estados Unidos da América	4.957.022	36,1
Estônia	37.797	0,3
Federação Russa	2.388.720	17,4
Finlândia	53.900	0,4
França	366.536	2,7
Grécia	82.100	0,6
Hungria	71.673	0,5
Islândia	2.172	0,0

continua...



continuação

País	Emissões(Gg)	Porcentagem
Itália	428.941	3,1
Japão	1.173.360	8,5
Letônia	22.976	0,2
Liechtenstein	208	0,0
Luxemburgo	11.343	0,1
Mônaco	71	0,0
Noruega	35.533	0,3
Nova Zelândia	25.530	0,2
Países Baixos	167.600	1,2
Polônia	414.930	3,0
Portugal	42.148	0,3
Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte	584.078	4,3
República Checa	169.514	1,2
Romênia	171.103	1,2
Suécia	61.256	0,4
Suíça	43.600	0,3
Total	13.728.306	100,0

O protocolo também estabelece “mecanismos de flexibilidade” que permitem a redução de emissões fora de seus territórios, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (*Clean Development Mechanism*), que possibilita a comercialização de “créditos de carbono”. O MDL permite aos países industrializados pagarem por projetos de redução de emissões em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento que não possuem metas de emissões. As empresas desses países devem apresentar projetos que ajudem a diminuir as emissões de carbono. Por exemplo, uma fábrica que usa carvão vegetal e passa a adotar uma fonte energética mais limpa ou que sequestre carbono em projetos de reflorestamento. Financiando es-

ses projetos, os países industrializados ganham créditos de Reduções Certificadas de Emissões (RCE).

O protocolo só entrou em vigor em 2004, após sua ratificação pela Rússia. Isso porque para entrar em vigor era necessário que o documento fosse ratificado por pelo menos 55 países e que representassem, no mínimo, 55% das emissões de 1990. Cerca de 100 países já ratificaram o documento, mas os Estados Unidos, o maior emissor de gases poluentes do mundo (36,1%), não assinaram, alegando que a redução poderia acarretar recessão e que as teorias sobre aquecimento global são questionáveis. A Austrália, que relutou em assinar, acabou aderindo em dezembro de 2007, durante a Conferência das Nações Unidas, que discutiu o relatório do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês).

O IPCC é um órgão científico intergovernamental criado em 1998 pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa Ambiental das Nações Unidas. O objetivo do IPCC é fornecer informações técnicas, científicas e socioeconômicas, de forma relevante e sem posicionamento específico, visando embasar decisões governamentais. O IPCC publica relatórios em intervalos regulares, sendo que o primeiro foi publicado em 1990, e os demais em 1995, 2001 e 2007. A publicação do quinto relatório está prevista para 2014.

Segundo o último relatório divulgado pelo IPCC em 2007, os impactos do aquecimento da Terra já são realidade, afetando ecossistemas globais de forma grave.

O IPCC estima que até o fim deste século a temperatura da Terra deve subir entre 1,8°C e 4°C, em relação ao patamar de 1990 (figura 4.1). Nesse cenário, diversas espécies do planeta estariam ameaçadas de extinção. Populações estariam mais vulneráveis a doenças e desnutrição. O relatório também indica que o derretimento das camadas polares pode elevar o nível dos oceanos entre 18 cm e 58 cm até 2100.

No Brasil, haverá impactos significativos em vários locais como na Amazônia, no semiárido nordestino e nas regiões litorâneas. O Brasil é

o quarto emissor global de gases de efeito estufa, com mais de 75% das emissões resultantes do desmatamento.

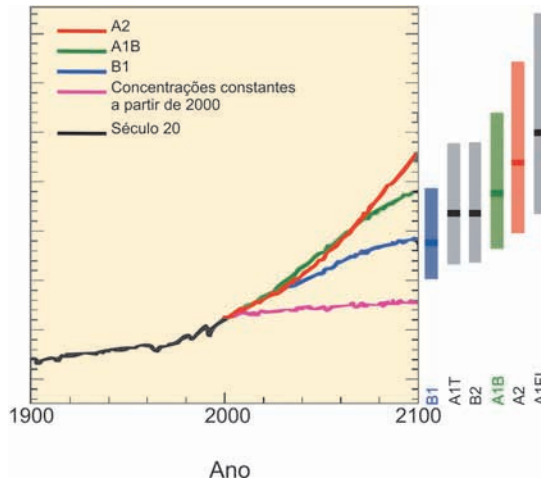


Fig. 4.1 Variação da temperatura média global da superfície terrestre (relativa ao período 1980-1999). Os cenários A2, A1B e B1 são apresentados como continuação das simulações do século XX. Em azul o cenário mais otimista, em verde o intermediário e em vermelho o cenário menos otimista. Em rosa, o cenário previsto caso as concentrações de CO<sub>2</sub> se mantenham constantes nos níveis do ano 2000. (Modificada de figura apresentada no 4º Relatório do IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis, disponível no site [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

Segundo relatório recente divulgado por pesquisadores da Embrapa (PINTO et al., 2008), o aumento das temperaturas em decorrência do aquecimento global pode alterar profundamente a geografia da produção agrícola no Brasil. Se nada for feito para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e adaptar as culturas para a nova situação, deve ocorrer uma migração de plantas para regiões que hoje não são de sua ocorrência em busca de condições climáticas melhores. Áreas que atualmente são as maiores produtoras de grãos podem não estar mais aptas ao plantio bem antes do final do século. Entre as nove culturas analisadas, somente a cana-de-açúcar e a mandioca não sofrerão redução de área. Esses dados indicam que pode ocorrer uma perda de biodiversidade das plantas cultivadas.



Com relação às espécies nativas, no Brasil e no Mundo, as previsões são mais controversas. Segundo previsões menos alarmistas, espécies de plantas e animais serão capazes de migrar com rapidez suficiente para escapar da extinção imposta pelo estresse do aumento de temperatura. Em relatório publicado pelo Centro de Estudos de Dióxido de Carbono e Mudanças Climáticas, Idso e colaboradores (2003) apresentam estudos que sugerem que o aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico será provavelmente benéfico para a biodiversidade. Ao final do relatório, os autores concluem que as espécies de plantas e animais serão capazes de se adaptar às mudanças, e que, contrariamente ao previsto, muitas espécies atualmente em risco de extinção deixarão de ser por conta das mudanças climáticas globais.

Por outro lado, segundo o último relatório do IPCC, divulgado em 2007, aproximadamente 20 a 30% das espécies de plantas e animais conhecidas atualmente sofrerão alto risco de extinção caso as temperaturas médias globais aumentem de 2 a 3°C com relação às temperaturas pré-industriais. Os impactos previstos são de grande relevância, visto que perdas na biodiversidade são irreversíveis.

Cientistas no Centro Nacional de Pesquisas Atmosféricas (NCAR), de Boulder, USA, simularam em computador, com grande riqueza de detalhes, o clima da terra no período Permiano (KIEHL; SHIELDS, 2005). O trabalho reforça a teoria de que um aumento dramático e abrupto dos níveis de CO<sub>2</sub> atmosférico e da temperatura provocaram uma extinção em massa, 251 milhões de anos atrás, com o desaparecimento de 90 a 95% das espécies marinhas e de 70% das espécies terrestres. Nesse período, as temperaturas eram 10 a 30°C maiores do que as atuais e uma extensa atividade vulcânica teria liberado grandes quantidades de CO<sub>2</sub> e dióxido de enxofre na atmosfera.

Segundo um trabalho publicado pela Dr<sup>a</sup> Camille Parmesan, da Universidade do Texas, com base em 866 trabalhos científicos que documentam os impactos das mudanças climáticas sobre as espécies e os ecossistemas, o aquecimento global em curso já está levando ao desaparecimento de

espécies nos *habitats* mais sensíveis (regiões polares, topos das montanhas) e continuará a provocar mais extinções nos próximos 50 a 100 anos (PARMESAN, 2006). Segundo a bióloga, as espécies adaptadas a um maior número de ambientes devem migrar e sobreviver sob novas condições, enquanto espécies raras, que vivem em ambientes frágeis ou extremos já estão sendo afetadas e devem continuar desaparecendo. Neste último grupo, a autora cita os anfíbios, as borboletas, os recifes de coral e as espécies polares.

Ao consultar a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção, divulgada pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, sigla em inglês), é possível observar um nítido aumento no número de espécies animais e vegetais nas categorias ameaçadas, de 1996 para 2008 (tabela 4.2).

Tabela 4.2 Mudanças no número de espécies das categorias ameaçadas (CR, criticamente ameaçadas; EM, ameaçadas; VU, vulneráveis) de 1996 a 2008 (somente para os maiores grupos taxonômicos que compõem a lista vermelha). Disponível no endereço <http://www.iucnredlist.org/static/stats>.

Grupos	CR								EM		
	1996/98	2000	2002	2003	2004	2006	2007	2008	1996/98	2000	2002
mamíferos	169	180	181	184	162	162	163	188	315	340	339
pássaros	168	182	182	182	179	181	189	190	235	321	326
répteis	41	56	55	57	64	73	79	86	59	71	79
anfíbios	18	25	30	30	413	442	441	475	31	38	37
peixes	157	158	157	162	171	253	254	289	134	144	143
insetos	44	45	46	46	47	68	69	70	116	118	118
moluscos	257	222	222	250	265	265	268	268	212	237	236
plantas	909	1014	1046	1278	1490	1541	1569	1575	1197	1266	1291

Pela tabela fica clara a maior fragilidade de alguns grupos, como os anfíbios. Em razão da grande permeabilidade de sua pele, os anfíbios são considerados excelentes bioindicadores de alterações ambientais. Segundo Haddad e colaboradores (2008), o aquecimento global talvez já esteja afetando esse grupo de animais. Os autores preveem que as mudanças climáticas devem provocar impactos na composição e distribuição geográfica de espécies brasileiras de anfíbios. Com a elevação do nível do mar e a consequente invasão rápida de áreas litorâneas e ilhas, espécies de anfíbios que não toleram a salinidade podem ser eliminadas. Alternativamente, no caso de uma invasão lenta, algumas espécies poderiam migrar e colonizar novas áreas adequadas à sua sobrevivência. Segundo os mesmos autores, alterações nas condições climáticas vegetacionais são um outro fator capaz de afetar espécies de anfíbios endêmicas de ambientes montanhosos florestados.

					VU							
2003	2004	2006	2007	2008	1996/98	2000	2002	2003	2004	2006	2007	2008
337	352	348	349	448	612	610	617	609	587	583	582	505
331	345	351	256	361	704	380	684	681	688	674	672	671
78	79	101	139	134	153	161	159	156	161	167	204	203
37	729	738	737	755	75	83	90	90	628	631	630	675
144	160	237	254	269	443	452	442	444	470	381	693	717
118	120	129	129	132	377	392	393	389	392	426	425	424
243	221	222	224	224	451	479	481	474	488	488	486	486
1634	2239	2258	2278	2280	3222	3331	3377	3864	4592	4591	4600	4602

Entre as décadas de 1980 e 1990, aproximadamente 30% do CO<sub>2</sub> liberado na atmosfera pelas atividades antrópicas foi absorvido pelos oceanos (SABINE et al., 2004). O aumento do CO<sub>2</sub> dissolvido nos oceanos reduz o pH e diminui a disponibilidade de íons carbonato, em um processo conhecido como acidificação dos oceanos. Um relatório publicado em 2005 (KLEYPAS et al.) prevê um aumento da acidificação dos oceanos no século XXI e diminuição da taxa de calcificação de organismos marinhos, como os corais. No entanto, McNeil e colaboradores (2005) afirmam, ao contrário, que as taxas de calcificação dos recifes de coral não estão em declínio e podem ultrapassar as taxas observadas no período pré-industrial em até 35% em 2100. Segundo os autores, embora tenha sido observado um declínio da calcificação até 1964, o aquecimento global intensifica os efeitos do CO<sub>2</sub> e estimula a retomada da calcificação dos recifes de coral.

## Desmatamento

Dados do governo federal indicam que cerca de 18% da Amazônia já foram desmatados. Historicamente, a derrubada da mata se deu inicialmente pela ação de madeireiras ilegais e depois pelo avanço da pecuária, em especial nos anos 1970. Ambas as atividades persistem até hoje na região. A partir da década de 1990, a agricultura também começou a avançar, com destaque para a soja. De acordo com dados do IBGE, a Amazônia Legal, que tem 83% de sua área coberta por florestas, responde por 36% da pecuária e 39% da soja nacionais. O papel da pecuária no desmatamento é mais evidente. Ainda segundo o IBGE, 73% das 74 milhões de cabeças de gado da região ocupam áreas que foram floresta um dia.

Segundo dados divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Brasil desmatou 11.968 km<sup>2</sup> de florestas na Amazônia Legal em 2008, o que representa um aumento 3,8% em relação ao ano anterior, contrariando a tendência de queda nas taxas de desmatamento que vinha sendo observada desde 2004 (figura 4.2). Visando frear o aumento do des-

matamento na região, o governo implantou o Plano de Ação para Prevenção e Controle dos Desmatamentos na Amazônia Brasileira (PPCDAm). Dentre as ações do plano destacam-se o aumento da fiscalização pelo IBAMA e a intensificação do controle efetuado pela Polícia Federal, atuando serrarias clandestinas, o trânsito ilegal de madeira e o desmatamento em florestas públicas. Também foi proposta a limitação do crédito rural para agricultores ilegais e não cadastrados, tendo em vista que uma alta correlação entre crédito rural e desmatamento foi observada nos últimos dez anos.

A conversão da mata em região de pasto e agricultura também provocou impactos em outros biomas. De acordo com estimativas do Ministério do Meio Ambiente, pelo menos 40% do Cerrado já foram perdidos e segundo a Fundação SOS Mata Atlântica restam hoje somente 7% da cobertura original da Mata Atlântica. Vale ressaltar que o Cerrado e a Mata Atlântica Brasileiros são dois dos 34 *hotspots* mundiais estabelecidos pela International Conservation, com elevado número de espécies endêmicas.

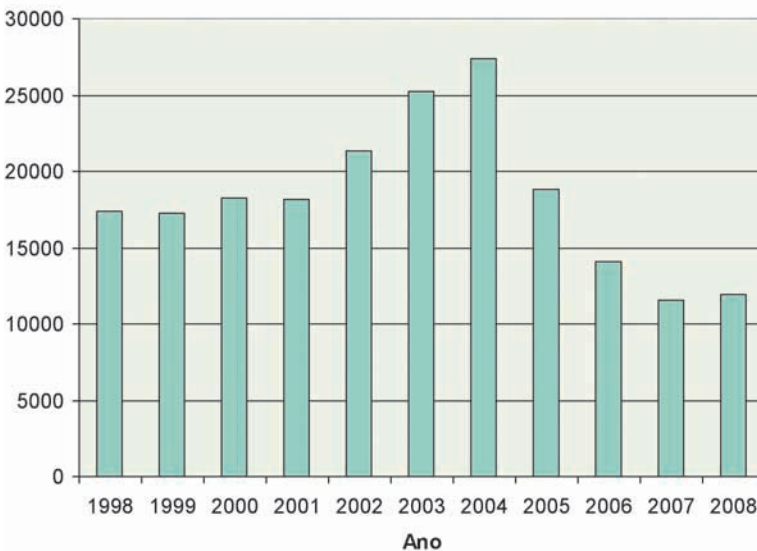


Fig. 4.2 Taxas de desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira no período de 1998 a 2008, obtido a partir dos dados disponíveis no site <http://www.obt.inpe.br/prodes>.



No ano passado, foi assinado o Decreto Federal nº 6.660/2008 que regulamenta a Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428/2006), visando garantir o desmatamento ilegal zero e recuperar a Mata Atlântica ao longo de 20 anos, passando dos atuais 7% de cobertura vegetal original para 27%. No entanto, a Lei e o Decreto se aplicam apenas aos remanescentes de vegetação nativa, não interferindo em áreas já ocupadas legalmente com agricultura, cidades, pastagens e florestas plantadas ou outras áreas desprovidas de vegetação nativa.

Com o intuito de aperfeiçoar a proteção e fiscalização ambiental e garantir a conservação e restauração da biodiversidade, o Governo do Estado de São Paulo, em associação com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), resolveu disponibilizar informações biológicas geradas por aproximadamente 160 pesquisadores de diversas instituições de pesquisa e ensino, dentro do programa BIOTA/FAPESP ([www.biota.org.br](http://www.biota.org.br)), para embasar o planejamento ambiental do governo paulista. Com base nas pesquisas foram gerado três mapas-síntese sugerindo “Diretrizes para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado de São Paulo”, através de: a) criação e/ou ampliação de Unidades de Conservação; b) incremento de conectividade, pela interligação de fragmentos naturais remanescentes; c) pesquisa de diversidade biológica (RODRIGUES; BONONI, 2008).

No âmbito federal, o Brasil apresentou em 2008, durante a 14ª Conferência das Partes sobre o Clima (COP-14), em Poznan, na Polônia, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). O plano prevê a redução dos índices de desmatamento em 70% até 2018, o que equivale a deixar de emitir para a atmosfera 4,8 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). O plano também apresenta outras ações estratégicas como o aumento no número de árvores plantadas; o estímulo às políticas de incentivo para uso de energias limpas como a solar; o incentivo ao uso de automóveis mais econômicos e que emitam menos poluentes, além de metas importantes para redução do desperdício de energia (fonte: Ministério do Meio Ambiente, [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)).

## Extrativismo

Autores que partem da premissa de que toda ação antrópica afeta a biodiversidade argumentam que o extrativismo tem menor impacto ambiental em relação a outros padrões de uso da terra, ao promover a manutenção da cobertura vegetal, manter a composição florística e contribuir para dispersão e favorecimento de espécies.

Segundo Alfredo Homma (2008), é um equívoco considerar que a criação de reservas extrativistas constitui garantia da conservação e preservação dos recursos naturais. Mesmo dentro de reservas extrativistas, existem exemplos de utilização dos recursos até seu total esgotamento, como a extração do pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) e do palmito de açazeiro (*Euterpe oleracea*). Ao se optar pela extração de aniquilamento ao invés da coleta (que mantém a integridade da planta matriz), pode ocorrer escassez gradativa do recurso, caso a velocidade de extração supere a de recuperação, colocando em risco a sobrevivência da espécie. Além do tipo de extração, o autor acredita que o ato de desmatar está em íntima relação com a situação econômica do extrator. No caso em que o preço dos produtos agrícolas for superior ao dos produtos extrativos, o extrator pode optar por realizar o desmatamento para o plantio de roças.

Segundo Alexandre Andrade, em documento divulgado em 1996 durante o 1º Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, estratégias de desenvolvimento que contemplem os produtos florestais não madeireiros podem ser bem sucedidas entre populações tradicionais que habitam florestas tropicais em unidades de conservação, desde que vários aspectos sejam considerados em conjunto: a) critérios sustentáveis de adequação tecnológica; b) eficiência econômica e administrativa; c) impacto ambiental reduzido; d) fortalecimento da autonomia local; e) mercado para tais produtos. Nesse sentido, o autor acredita que mudanças tecnológicas e gerenciais adequadas, que aumentem o valor agregado de produtos extrativos no local de produção e a existência de mercados que demandem

tais produtos, podem viabilizar o aumento da renda doméstica, ao mesmo tempo em que conserva a floresta, diminuindo o impacto sobre a biodiversidade.

Uma ação estratégica do governo é a implantação da Política de Garantias de Preço Mínimo para alguns produtos extrativistas, como a castanha, a piaçava, o pequi, o babaçu, a seringa, o açaí, a andiroba e outros, que serão oficialmente cotados no mercado, como acontece, por exemplo, com a soja, o algodão e o milho. Outras estratégias, como a criação de novas cadeias produtivas e o fortalecimento das cadeias já existentes de produtos extrativistas estão sendo discutidas por ONGs e governo.

Uma reflexão interessante sobre o efeito da extinção de uma determinada espécie sobre o ecossistema ao seu redor é feita por Scarano (2008). Segundo o autor, baseado nos conhecimentos atuais sobre o funcionamento dos ecossistemas, acredita-se que a humanidade poderia arcar com a extinção de espécies funcionalmente menos importantes e redundantes. No entanto, tal premissa, contempla apenas uma escala de tempo ecológica, sem levar em conta a escala de tempo evolutiva. Dessa forma, espécies raras e/ou pouco importantes funcionalmente hoje, podem ser as dominantes de amanhã e espécies redundantes hoje, podem fazer a diferença no futuro. Ainda segundo Scarano (2008), com base na previsão de Holt, são três os cenários prováveis para o futuro: alteração na abundância e/ou distribuição de algumas espécies, extinção de outras e evolução de um terceiro grupo, possivelmente originando novos ecótipos ou espécies.

Apesar das extinções passadas, em uma escala geológica, a Terra possui mais espécies do que em qualquer outro momento de sua história. No entanto, embora novas espécies tenham surgido após períodos de extinção, o tempo de recuperação é medido em milhões de anos, mostrando que a biodiversidade necessita de um longo período para se recompor e que as espécies que desaparecerão em um futuro próximo não serão substituídas em uma curta escala de tempo.

# 5. Gestão da biodiversidade



5

## 5. Gestão da Biodiversidade

Há um reconhecimento crescente de que a diversidade biológica é um recurso global de vital importância e de grande valor para essa e futuras gerações. Não obstante, a ameaça às espécies e aos ecossistemas nunca foi tão grande quanto hoje, com os seres humanos vivendo além da capacidade da Terra.

### Como guardar, preservar, cuidar da biodiversidade?

No Brasil existem diversas instituições responsáveis por resguardar a biodiversidade e essa conservação pode ser feita de duas formas distintas:

- *in situ* – é a manutenção da diversidade biológica em seu ambiente de origem. Exemplo as unidades de conservação.
- *ex situ* – é a manutenção de populações fora do seu ambiente natural. Exemplo: jardins botânicos, zoológicos e hortos florestais

Atualmente a maior parte da biodiversidade paulista e brasileira está em Unidades de Conservação (UCs) que constituem áreas de importante relevância para a preservação e conservação ambiental, permitindo a manutenção dos ecossistemas e *habitats* de espécies em seus meios naturais de ocorrência.



Tabela 5.1 Diversidade de espécies dos diferentes grupos de organismos.

Grupo de Organismos	Diversidade no Planeta	Diversidade no Brasil	Diversidade em São Paulo
Mamíferos	5.000	654	187
Aves	9.500	1801	792
Anfíbios	4.780	814	250
Répteis	8.240	684	200
Peixes de água doce	2.800	-	350
Plantas Vasculares	300.000	40- 45.000	8.000

Fonte: São Paulo, 2008. Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo.

## A conservação *in situ*

A gestão da biodiversidade se traduz no desenvolvimento de programas de pesquisas, monitoramento, fiscalização, visitação pública, extensão e educação ambiental, nas Unidades de Conservação. É importante realizar estudos para conhecer esses ambientes preservados, bem como todos os seus componentes, tais como o solo, os recursos hídricos, a flora, a fauna e os microrganismos, uma vez que os resultados das pesquisas contribuem para o conhecimento da biodiversidade e para o desenvolvimento de técnicas de recomposição e manejo de florestas, recuperação de ambientes degradados, resgate e reintrodução de plantas ameaçadas de extinção.

**Manejo de floresta** = é cuidar da saúde desse ambiente, proteger da melhor forma possível as comunidades vegetais e/ou animais dessa área.

Esse importante patrimônio natural está abrigado e protegido por um conjunto de Unidades de Conservação criadas não apenas pelo governo estadual, mas também federal, municipal e sociedade civil, totalizando 236 áreas naturais protegidas. Desse total, 93 são mantidas e administradas





Fig. 5.1 Vista aérea do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) localizado na zona sul de São Paulo



pela Secretaria do Meio Ambiente (SMA) e algumas delas se localizam muito próximas ou inseridas nos grandes centros urbanos (figura 5.1).

As UCs paulistas abrigam principalmente vegetação dos principais biomas do estado: Mata Atlântica e Cerrado. Atualmente cerca de 12% da cobertura original da Mata Atlântica está preservada, sendo o Parque Estadual da Serra do Mar a maior Unidade de Conservação, com 310 mil hectares, abrangendo 56 municípios desde Ubatuba até Peruíbe. Com relação ao Cerrado a situação é crítica, pois restam apenas 230 mil hectares distribuídos em 8.300 fragmentos (pequenas áreas) e apenas 1,6% estão protegidos dentro de UCs.

As UCs além de conservar a biodiversidade, os processos ecológicos, os valores históricos, arquitetônicos, arqueológicos e culturais e propiciar o desenvolvimento de importantes pesquisas científicas, também prestam importantes serviços ambientais – infiltração de água das chuvas, controlando as cheias nas cidades; sequestram o carbono melhorando a qualidade do ar; amenizam o clima na região; reservatório genético; fonte de propágulos para recuperação de áreas; permitem o fluxo gênico da biodiversidade e manutenção da paisagem natural –, e sociais –promovem o bem-estar físico e mental, possuem áreas de recreação e lazer, desenvolvem programas educativos para diversos tipos de público.



Fig.5.2 Interior da mata do PEFI



Existem vários tipos de Unidades de Conservação e o critério que as diferencia é a forma de uso que foi estabelecida pelo SNUC- Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, em 2000. No Estado de São Paulo, as principais categorias são: Parques Estaduais, Estações Ecológicas (EE) e Reservas Biológicas (RB).

A implementação de UCs é uma estratégia adotada mundialmente e considerada como a forma mais efetiva de conservação *in situ* da biodiversidade

Todas as ilhas do Estado de São Paulo estão protegidas por lei para assegurar a preservação de seus recursos hídricos, da flora, da fauna e garantir a qualidade cênica de suas paisagens. Três ilhas Unidades de Conservação: PE da Ilha Anchieta, PE da Ilhabela e PE da Ilha do Cardoso.

Apesar dos esforços para a criação e manutenção das UCs a destruição dos ambientes naturais no Estado ocorreu em ritmo avassalador, atingindo principalmente o cerrado paulista, com 90% de sua área destruída entre 1960 – 2000. O período mais crítico dessa catástrofe ocorreu na década de 1970, com a expansão do plantio da cana-de-açúcar para a produção de álcool (dentro do Programa Pró-Álcool) e na década seguinte a expansão da citricultura.

Como consequência da devastação dos biomas, alguns fragmentos são tão pequenos que compromete a conservação das espécies que neles habitam. Além desse fator a alteração da composição do ar atmosférico, a poluição das águas, o aumento da radiação solar, ações antrópicas, entre outros, causam impactos chegando a eliminar as espécies dos locais.

O tamanho dos fragmentos compromete a conservação de diversos grupos da biota. Com relação à fauna para a conservação de grandes mamíferos terrestres, como onça-pintada, anta e queixada, são necessárias grandes extensões de seu habitat natural preservado para garantir a preservação de populações viáveis, ou seja, que são capazes de sobreviver a longo prazo.



Acima: Fig. 5.2 Fungo (*Macrolepiota dolichaula*)  
e Ninfeia (*Nymphaea mexicana*).  
Abaixo: Fig. 5.3 Calango



## A conservação *ex situ*

A conservação *ex situ* é um modelo adicional e uma das principais ferramentas para conhecer e conservar a biodiversidade, que tem os seguintes propósitos: resgatar espécies ameaçadas, fornecer material para pesquisa científica e tecnológica; produzir material para reintrodução e/ou que reduzam a pressão de coletas para comercialização

Conceituada como a conservação de espécies fora de seu *habitat* natural, permite o desenvolvimento de pesquisas que subsidiam programas de reprodução e reintrodução. A conservação *ex situ* é realizada em:

- **Jardim Botânico**

São instituições extremamente relevantes para o processo de conservação *ex situ*, por causa da sua capacidade de manter exemplares de espécies da flora nacional em condições de cultivo fora de seu ambiente natural, em espaços especiais, disponibilizando-os para pesquisa científica



Fig. 5.4 *Vriesea sazimae*, bromélia considerada vulnerável. Foto Suzana Martins



Fig. 5.5 *Aechmea vanhoutteana*, uma bromélia considerada vulnerável. Foto Suzana Martins



e público em geral. Portanto, tem papel decisivo na conservação da biodiversidade e educação ambiental. Os jardins botânicos em suas coleções guardam importantes espécies da flora brasileira, dentre elas as ameaçadas de extinção.

No Estado de São Paulo temos 7 jardins botânicos:

- Jardim Botânico de São Paulo
- Jardim Botânico do Instituto Agrônomo de Campinas
- Jardim Botânico do Instituto de Biociências de Botucatu
- Jardim Botânico Municipal de Bauru
- Jardim Botânico Municipal Adelelmo Piva Júnior – Paulínia
- Jardim Botânico Municipal Chico Mendes – Santos
- Jardim Botânico Municipal de Jundiaí

Fig. 5.6 Jardim Botânico de São Paulo.  
Foto Acervo Instituto de Botânica



## • Jardim Zoológico

Os zoológicos mundiais mantêm atualmente cerca de 700 mil indivíduos de 3 mil espécies diferentes representados por mamíferos, pássaros, répteis e anfíbios. Os grandes jardins zoológicos têm como objetivo principal o estabelecimento de populações em cativeiro de animais raros ou ameaçados, mas apenas 10% dos mamíferos mantidos em zoológicos possuem populações autossustentáveis. A ênfase dessas instituições é apresentar uma megafauna “carismática” e, na maioria das vezes exótica.

Mas o sucesso de programas em cativeiro vem aumentando, principalmente pelo estabelecimento de programas que disseminam conhecimento sobre as espécies raras e ameaçadas. Abaixo relação dos zoológicos do Estado de São Paulo:

- Parque Zoológico de São Paulo
- Parque Zoológico Municipal de Boituva
- Zoológico Municipal de Araçatuba Dr. Flávio Leite Ribeiro
- Parque Zoológico Municipal de Bauru
- Zoológico Municipal de Buri
- Zoológico Bosque dos Jequitibás de Campinas
- Parque Zoológico Municipal Quinzinho de Barros – Sorocaba
- Zoológico Municipal de Catanduva
- Jardim Zoológico Municipal de Guarulhos
- Zooparque Itatiba
- Zoológico de Jardinópolis
- Parque Ecológico “Mourão” – Leme
- Zoológico Municipal de Limeira
- Parque Ecológico Municipal “Cid de Almeida Franco” – Americana
- Zoológico Municipal de Mogi Mirim
- Parque e Zoológico Orquidário Municipal de Santos
- Parque Ecológico de Paulínia “Armando Müller” – Paulínia



- Parque Zoológico Dr. Fábio de Sá Barreto – Ribeirão Preto
- Parque Ecológico “Dr. Antônio C. Viana” – São Carlos

## Coleções de culturas de microrganismos

O aumento da população global incrementou a demanda por áreas úteis às atividades agrícolas, pecuárias, de urbanização e industriais, gerando enorme pressão sobre os recursos naturais e impactos ambientais, muitas vezes irreversíveis sobre a biodiversidade como um todo.

É perfeitamente lógico e natural a todos o fato de que quando se protege o meio ambiente ou determinadas áreas, preocupando-se em preservar todos os seus componentes, tais como o solo, os recursos hídricos, a flora, a fauna e a microbiota (microrganismos), preservam-se as características ecológicas do ambiente, promovendo-se a conservação da biodiversidade. Nesse sentido, as Unidades de Conservação *in situ* têm papel fundamental. Por outro lado, existem maneiras adicionais, embora menos conhecidas ou divulgadas, de se proteger os componentes microbiológicos dos ecossistemas, depositando-os em coleções de culturas de microrganismos e afins, as quais podem ser denominadas como Unidades de Conservação *ex situ*.

As culturas de microrganismos depositadas nessas coleções podem ser mantidas biologicamente viáveis, quase inalteradas, por longos períodos (até décadas), se forem corretamente preservadas por intermédio de métodos de preservação, tais como a criopreservação, congelamento em ultrafreezer a  $-80^{\circ}\text{C}$  ou em nitrogênio líquido a  $-135^{\circ}\text{C}$ , ou por liofilização, congelamento seguido de secagem a vácuo. Contudo, há ainda outras técnicas de preservação de culturas menos eficazes, de curto a médio prazo (1-5 anos em média), como o acondicionamento de culturas submersas em água destilada ou em óleo mineral esterilizados, em sílica gel ou em solo esterilizados, dentre outros métodos.

Quando ocorre descoberta de novas espécies de cianobactérias (figura 5.7A), microalgas ou fungos (figura 5.7B a 5.7F), culminando na publicação

científica, uma cultura do microrganismo (cultura tipo ou de referência) deve ser depositada em pelo menos uma coleção de cultura de *status* científico reconhecido, de preferência de caráter governamental. Nessa coleção a nova espécie ganha um registro e fica disponível a outros cientistas que queiram estudá-la sob os mais variados pontos de vista, desde o taxonômico, o fisiológico, o genético, o agrônomo, o médico, o biotecnológico, o industrial etc. Por esse motivo, as coleções de culturas são bancos de germoplasma (recursos genéticos) de suma importância para a manutenção da biodiversidade, permitindo a preservação de culturas que representam ampla gama de interesses científicos e sociais. Além disso, as coleções de culturas são em muitos casos a única fonte de preservação de determinadas espécies microbianas, que foram há décadas coletadas, isoladas e descobertas para a ciência e jamais foram encontradas novamente.

Nos países desenvolvidos, há muito tempo que algumas coleções de culturas se desenvolveram como verdadeiras empresas ou centros de recursos genéticos, que prestam serviços nas áreas de depósito e preservação, identificação taxonômica, venda de culturas identificadas e certificadas e treinamento visando à formação de novos taxonomistas. Exemplos de coleções de culturas desse porte são o CBS na Holanda, o IMI na Inglaterra e a ATCC nos Estados Unidos da América.

O Brasil, como o país de maior biodiversidade do mundo, continua trabalhando para ampliar os patamares de ações de pesquisa, preservação, gestão e aplicação do conhecimento proveniente da exploração de sua biodiversidade microbiana.



Fig. 5.7 Microorganismos preservados na Coleção de Culturas do Instituto de Botânica, São Paulo, SP (exceto B). A. *Lyngbya hieronymusii*, cianobactéria produtora de toxinas em reservatórios de água doce (foto: Dr<sup>a</sup>. Célia L. Sant'Anna). B. *Pythium dissotocum*, fungo zoospórico patógeno de plantas hortaliças cultivadas em hidroponia. (foto: MSc. Filipe R. Baptista). C. *Achlya radiosa*, fungo zoospórico decompositor de matéria orgânica (foto: MSc. Alexandra L. Gomes). D. *Absidia cylindrospora* E. *Circinella simplex*. F. *Zygorhynchus moelleri*, fungos zigomicetos sapróbios (decompositores) encontrados em solo, folhas e outros substratos orgânicos em decomposição (fotos: Dr. J. Ivanildo de Souza).



## Documentação da Biodiversidade

### Importância das Coleções Científicas

Uma das maneiras de documentar a biodiversidade de uma determinada região geográfica ou política é por meio de coleções científicas. Um Herbário é uma coleção de plantas desidratadas, denominadas exsicatas. Uma exsicata consiste de uma amostra da planta coletada, acondicionada entre folhas de jornal (ou outro tipo de papel absorvente), e montada em uma prensa, a qual passa por um processo de secagem em estufa (com temperatura controlada) por 2-5 dias. Após a secagem total da amostra, esta é montada em uma folha de cartolina (colada ou costurada), recebe uma etiqueta com informações sobre nome científico, local e data de coleta, nome do coletor e número da coleta. Essa exsicata então recebe um número de registro do herbário e pode ser incorporada à coleção (figura 5.7).

As exsicatas são frequentemente arranjadas de acordo com um sistema de classificação.

A maioria dos herbários organiza suas exsicatas em ordem alfabética de família, gênero e espécie, porém em alguns dos maiores herbários mundiais, os espécimes são organizados de acordo com suas relações de afinidades ou ainda por regiões geográficas (Europa, América do Sul, África etc.). As exsicatas são acondicionadas em armários de aço especiais, em ambiente com temperatura e umidade controladas, a fim de se evitar a proliferação de insetos e fungos que podem danificar as coleções científicas.

No Estado de São Paulo, existem 14 herbários científicos pertencentes a institutos de pesquisa e universidades, cujas coleções totalizam aproximadamente um milhão de exsicatas. O maior deles é o do Instituto de Botânica (410.000 espécimes), seguido dos herbários do Instituto de Biologia da UNICAMP (143.000) e do Instituto de Biociências da USP-SP (126.000).

À direita: Fig. 5.8 Exsicata depositada no Herbário do Instituto de Botânica.  
Foto: M.C.H. Mamede



**PLANTAS DO BRASIL**

Nome cient. Begonia boracienais Gandoger sp. n.  
 HOLOTYPEUS  
 Det. por W. H. Anderson IV, 1963  
 Nome vulgar \_\_\_\_\_  
 Proccedência Estado de São Paulo: Salesópolis,  
Boracéia, Estação Biológica, 10/VI/1959.  
 Observ. Planta da mata, de 1,10-1,50 m. de  
altura; flores alvas.  
 Coletor Oswaldo Gandoger N.º 863

**HOLOTYPEUS**

## Educar para preservar a Biodiversidade

A gestão da biodiversidade é um assunto complexo que requer, como uma linha de ação, a conscientização e educação do público com a finalidade de promover uma mudança social para alterar as tendências de perda de biodiversidade. O artigo 13 da Convenção da Biodiversidade (CDB) reconhece a necessidade da inserção de programas de educação ambiental nos processos de gestão, com a finalidade de propiciar a compreensão da complexidade da natureza em seus aspectos biológicos, físicos, sociais e culturais, promovendo a reflexão sobre a importância e a interdependência da conservação da biodiversidade nas atividades sociais, políticas, culturais e econômicas.

Os programas de educação ambiental das UCs, jardins botânicos e zoológicos devem priorizar a valorização, proteção e uso sustentável da biodiversidade e do meio ambiente, articulado à melhoria da qualidade de vida.

## Legislação

Historicamente desde o século XIX já existiam leis que disciplinavam o meio ambiente e zelavam pelo uso de fontes, tanques, rios, e seu objetivo era a proteção da saúde da população. No Brasil atual a legislação ambiental é o instrumento legal para a conservação da biodiversidade.

Desde 1992 uma das principais leis ambientais aceita por mais de uma centena de países, inclusive o Brasil, é a Convenção da Biodiversidade (CDB) que visa minimizar a perda da biodiversidade em escala mundial, uso sustentável e a divisão equitativa dos benefícios gerados pela utilização de seus recursos. Para saber mais sobre a legislação ambiental vigente no país, acesse:

- [www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br) – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
- [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br) – Ministério do Meio Ambiente





Fig. 5.9 Educação ambiental no Jardim Botânico de São Paulo.  
Foto Acervo Instituto de Botânica/Seção de Educação Ambiental





# Referências



## Referências

ALENCAR, G. S. Biopolítica, biodiplomacia e a convenção sobre diversidade biológica/1992: evolução e desafios para implementação. **Revista dos Tribunais**, Doutrina Nacional, São Paulo, ano 1, n. 3, p. 82-107, 1996.

BARROS, F.; MAMEDE, M. M.; MELO, M. M. R. F.; LOPES, E. A.; JUNG-MENDAÇOLLI, S. L.; KIRIZAWA, M.; MUNIZ, C. F. S.; MAKINO-WATANABE, H.; CHIEA, S. A. C.; MELHEM, T. S. A flora fanerogâmica do PEFI: composição, afinidades e conservação. In: BICUDO, D. C.; FORTI, M. C.; BICUDO, C. E. M. (Ed.). **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: uma reserva biológica na cidade de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, [2002], p. 93-110.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. E.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2007.

BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. R. (Org.). **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo**. São Paulo: Anablume, FAPESP, 2004. 169 p.

BUERNI, D. **Fique por dentro da ecologia**. São Paulo: Cosac Naify Edições, 2001. 191 p. ISBN 85-7503-038-8.

CANHOS, V. P.; UMINO, C. Y.; MANFIO, G. P. Coleções de culturas de microrganismos. In: BRITO, M. C. W.; JOLY, C. A. (Ed.). **Biodiversidade do estado de São Paulo**, Brasil. Síntese do conhecimento ao final do século XX, v. 7: infra-estrutura para a conservação da biodiversidade. São Paulo: FAPESP, 1999. p. 81-101.

DI MAIO, F. R.; SILVA, M. B. R. **Espécies ameaçadas de extinção no município do Rio de Janeiro: flora e fauna**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2000. 68 p.

EITEN, G. A vegetação do estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Botânica**, São Paulo, n. 7, p. 1-47, 1970.

GENTRY, A. H. Patterns of neotropical plant species diversity. **Evolutionary Biology**, New York, n. 15, p. 1-84, 1982.

HADDAD, C. F. B.; GIOVANELLI, J. G. R.; ALEXANDRINO, J. O aquecimento global e seus efeitos na distribuição e declínio dos anfíbios. In: BUCKERIDGE, M. S. (Org.). **A biologia e as mudanças climáticas**. 1. ed. São Carlos: Rima, 2008. v. 1, p. 195-206.

HOMMA, A. K. O. **Extratativismo, biodiversidade e biopirataria na Amazônia**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 97 p.



IDS0, S. B.; IDS0, C. D.; IDS0, K. E. **The specter of species extinction: will global warming decimate earth's biosphere?** Report from Center for the Study of Carbon Dioxide and Global Change. Arizona, USA: George C. Marshall Institute, 2003. 60 p. Disponível em: [www.co2science.org](http://www.co2science.org).

IPCC 2007. IPCC WGI Fourth assessment report. Summary for policymakers. Disponível em: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

IUCN 2008. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Red List. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>.

KIEHL, J. T.; SHIELDS, C. A. Climate simulation of the latest Permian: implications for mass extinction. **Geology**, USA, v. 33, p. 757-760, 2005.

KLEYPAS, J. A.; FEELY, R. A.; FABRY, V. J.; LANGDON, C.; SABINE, C. L.; ROBBINS, L. L. **Impacts of ocean acidification on coral reefs and other marine calcifiers: a guide for future research.** Report of a workshop held 18-20 April 2005, St. Petersburg, FL, sponsored by NSF, NOAA, and the U.S. Geological Survey, 88 p., 2006.

LINO, C. F. **Reserva da biosfera da Mata Atlântica: plano de ação.** Campinas: Consórcio Mata Atlântica/Universidade Estadual de Campinas, 1992. 101 p.

MAMEDE, M. C. H.; SOUZA, V. C.; PRADO, J.; BARROS, F.; WANDERLEY, M. G. L.; RANDO, J. G. **Livro vermelho das espécies vegetais ameaçadas do estado de São Paulo.** São Paulo: Instituto de Botânica, Imprensa Oficial, 2007. 165 p.

MARGALEF, R. **Ecologia.** 4. ed. Barcelona, Editorial Planeta, 1986.

McNEIL, B. I.; MATEAR, R. J.; BARNES, D. J. Reply to comment by Kleypas et al. on "Coral reef calcification and climate change: the effect of ocean warming". **Geophysical Research Letters**, USA, v. 32, 2005. L08602, doi:10.1029/2005GL022604.

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley & Sons, 1974.

NOGUEIRA, A. A.; PINTO-DA-ROCHA, R.; BRESCOVIT, A. D. Comunidade de aranhas orbitelas (Araneae, Arachnida) na região da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, São Paulo, Brasil. São Paulo: **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, 2006. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00906022006>.

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 37, p. 637-669.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; ZULLO-JR, J.; EVANGELISTA, S. R. M.; OTAVIAN, A. F.; ÁVILA, A. M. H.; EVANGELISTA, B. A.; MARIN, F. R.; MACEDO-JR, C.; PELLEGRINO, G. Q.; COLTRI,



P. P.; CORAL, G. 2008. Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Relatório disponível em: [www.climaagricultura.org.br](http://www.climaagricultura.org.br). 84 p.

PURVIS, A.; HECTOR, A. Getting the measure of biodiversity. *Nature*, v. 45, p. 212-219, 2002.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

RIDLEY, M. Evolução. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006. 752 p.

RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Org.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, 2008. 248 p.

SABINE, C. L.; FEELY, R. A.; GRUBER, N.; KEY, R. M.; LEE, K.; BULLISTER, J. L.; WANNINKHOF, R.; WONG, C. S.; WALLACE, D. W. R.; TILBROOK, B.; MILLERO, F. J.; PENG, T-H.; KOZYR, A.; ONO, T.; RIOS, A. F. [2004]. The Oceanic Sink for Anthropogenic CO<sub>2</sub>. *Science*, v. 305, p. 367-371.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Cerrado: bases para conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do estado de São Paulo**. São Paulo, 1997. 113 p.

SCARANO, F. R. Mudanças climáticas globais: até que ponto a ecologia como ciência pode ajudar na mitigação? In: BUCKERIDGE, M. S. (Org.). **A biologia e as mudanças climáticas**. 1. ed. São Carlos: Rima, 2008. v. 1, p. 117-130.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (Coord.). **Manguezal: ecossistemas entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 65 p.

STEINMETZ, S.; Martine, M. de (Coordenadores) 2004. **Animais da Mata Atlântica: Patrimônio do Brasil**. São Paulo, Empresa das artes 188p.

TOWNSEND, C. R.; HILDREW, A. G. Species traits in relation to a habitat templet for river systems. *Freshwater Biology*, v. 31, p. 265-275, 1994.

Para saber mais acesse os seguintes endereços:

[www.geocities.com/~esabio/interacao/bioquimica.htm](http://www.geocities.com/~esabio/interacao/bioquimica.htm)

[www.ibama.gov.br/2008/09/publicada-a-lista-de-especies-da-flora-brasileira-ameacada-de-extincao/](http://www.ibama.gov.br/2008/09/publicada-a-lista-de-especies-da-flora-brasileira-ameacada-de-extincao/)

[www.ibama.gov.br/2008/11/livro-vermelho-uma-ferramenta-de-protecao-a-fauna/](http://www.ibama.gov.br/2008/11/livro-vermelho-uma-ferramenta-de-protecao-a-fauna/)

[www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br) - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br) - Ministério do Meio Ambiente

[www.ibot.sp.gov.br/pesquisa/resultpesq.ltm](http://www.ibot.sp.gov.br/pesquisa/resultpesq.ltm)

# Anexos



## Anexo 1. Listagem dos nomes científicos da flora citada no texto

Nomes Populares	Nomes Científicos
alecrim	<i>Baccharis spp.</i>
angico-preto	<i>Anadenanthera falcata</i>
araçá	<i>Psidium catleyanum</i>
araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
barbatimão	<i>Stryphnodendron</i>
bicuiba	<i>Virola bicuyaba</i>
cabreúva	<i>Myroxylon peruiferum</i>
cajuzinho-do-cerrado	<i>Anacardium humile</i>
camarinha	<i>Gaylussacia brasiliensis</i>
cambuis	<i>Myrcia spp.</i>
candeia	<i>Gochnatia polymorpha</i>
canela	<i>Ocotea spp. e Nectandra spp.</i>
cambucá	<i>Marlierea edulis</i>
casca-de-anta	<i>Drymis brasiliensis</i>
caxeta	<i>Tabebuia cassinoides</i>
cedro	<i>Cedrela fissilis</i>
chapéu-de-couro	<i>Echinodorus spp.</i>
cinzeiro	<i>Vochysia tucanorum</i>
clúsia	<i>Clusia criuva</i>
congonhinha	<i>Ilex sp.</i>
copaíba	<i>Copaifera langsdorffi</i>
douradinha	<i>Palicourea rigida</i>
embiruçu	<i>Eriotheca pentaphylla</i>
folhão	<i>Bathysa stipulata</i>
fruta-de-lobo	<i>Solanum lycocarpum</i>
fruta-de-pomba	<i>Erythroxylum cuneifolium</i>
gabirola	<i>Campomanesia adamantinum</i>
gochnatia	<i>Gochnatia barrosii</i>
guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i>
guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>
guarantã	<i>Esenbeckia leiocarpa</i>



guaricangas	<i>Geonoma</i> spp.
Nomes Populares	<i>Nomes Científicos</i>
imbuias	<i>Ocotea</i> sp.
ipê-amarelo	<i>Tabebuia alba</i>
jalapa	<i>Mandevilla illustris</i>
jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>
jequitibá	<i>Cariniana legalis</i>
maçã-da-praia	<i>Chrysobalanus icaco</i>
mandioqueira	<i>Aralia</i> sp.
mangue-branco	<i>Laguncularia racemosa</i>
mangue-de-botão	<i>Conocarpus erectus</i>
mangue-preto ou canoé	<i>Avicennia</i> sp.
mangue-vermelho	<i>Rhizophora mangle</i>
marmelada	<i>Alibertia sessilis</i>
maria-pretinha	<i>Miconia</i> spp.
marolo	<i>Annona coriacea</i>
mimosa	<i>Mimosa</i> spp.
murta	<i>Eugenia sulcata</i>
palmito-juçara	<i>Euterpe edulis</i>
paratudo	<i>Kielmeyera coriacea</i>
pasto-de-anta	<i>Psychotria suterella</i>
pau-jacaré	<i>Piptadenia gonoachanta</i>
pequi	<i>Caryocar brasiliense</i>
peroba	<i>Aspidosperma</i> spp.
perobinha-do-campo	<i>Acosmium subelegans</i>
pinheiro-bravo	<i>Podocarpus</i>
pinheiro-do-paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>
pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>
pixirica	<i>Leandra</i> spp.
pororocas	<i>Myrsine</i> spp.
samambaias	<i>Blechnum serrulatum</i>
taboas	<i>Typha</i> sp.
urucurana	<i>Alchornea</i> sp.
xaxim	<i>Dicksonia sellowiana</i>
xaxins	<i>Cyathea</i> spp.

## Anexo 2. Listagem de nomes científicos da fauna citada no texto.

Nomes Populares	Nomes Científicos
abutres	<i>Coragyps atratus brasiliensis</i> e <i>Cathartes aura ruficollis</i>
anta	<i>Tapirus terrestris</i>
anus	<i>Crotophaga</i> sp.
bacuraus	<i>Caprimulgus</i> spp.
beija-flores	<i>Amazilia frinbriata</i>
biguá	<i>Phalacrocorax</i>
cachorro-do-mato	<i>Cerdocyon thous</i>
cambacica	<i>Coereba flaveola</i>
catraca	<i>Hemitriccus obsoletus</i>
caxinguelê	<i>Sciurus aestuans</i>
coruja-do-mato	<i>Ciccaba</i> sp.
corujão-da-mata	<i>Strix</i> sp.
corujinha-buraqueira	<i>Spyotito cunicularia</i>
cutia	<i>Dasyprocta agouti</i>
esquilos	<i>Sciurus</i> sp.
gambás	<i>Didelphys</i> sp.
garças	<i>Florida</i> sp.
gato-do-mato	<i>Felis</i> sp.
guará	<i>Chrysocyon brachyurus</i>
guaxinim	<i>Procyon cancrivorus</i>
jararaca-de-alcatraz	<i>Bothrops alcatraz</i>
jararaca-ilhoa	<i>Bothrops insularis</i>
lagartos e calangos	<i>Ameiva</i> sp.
lobo-guará	<i>Chrysocyon brachyurus</i>
macacos	<i>Brachyteles</i> sp. e <i>Alouatta</i> sp.



Nomes Populares	Nomes Científicos
mico-leão-preto	<i>Leontopithecus chrysopygus</i>
mono-carvoeiro	<i>Brachyteles arachnoides</i>
onças	<i>Panthera onca</i>
onça-pintada	<i>Panthera onca</i>
paca	<i>Agouti paca</i>
papagaio-de-cara-roxa	<i>Amazona brasiliensis</i>
peito-de-pinhão	<i>Poospiza thoracica</i>
pererecas	<i>Hyla spp.</i>
pica-pau-dourado	<i>Piculus aurulentus</i>
porco do mato	<i>Tayassu pecari</i>
quati	<i>Nasua nasua</i>
queixada	<i>Tayassu pecari</i>
rãs	<i>Leptodactylus spp.</i>
rolinha-da-restinga	<i>Palomus sp.</i>
sabiá-da-praia	<i>Mimus gilvus</i>
saíras	<i>Tangara spp.</i>
sanhaços	<i>Thraupis spp.</i>
seriema	<i>Cariama cristata</i>
serpente muçurana	<i>Clelia montana</i>
surucucu	<i>Lachesis muta</i>
tamanduá-bandeira	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>
tamanduás	<i>Myrmecophaga sp.</i>
tatus	<i>Dasybus sp.</i>
tatu-canastra	<i>Priodontes giganteus</i>
tiê-sangue	<i>Rhampocelus bresilius</i>
veado	<i>Mazama</i>



## Ficha Técnica

### Cadernos de Educação Ambiental

#### Coordenação Geral

Maria de Lourdes Rocha Freire

#### Equipe

José Ênio Casalecchi

Roberta Buendia Sabbag

Evelyn Araripe

Valéria Duarte

#### Coordenação e Revisão de Textos

Vera Maria V. Vitalli

Maria Cristina de Souza Leite

#### Colaboração

José Ivanildo de Souza

Marcelo Pinto Marcelli

Maria Cândida Mamede

Carmen L.A. Pires-Zottarelli

Célia L. Sant'Anna

Marco Aurélio Silva Tiné

Maria Cecilia Tomasi

#### Projeto Gráfico/Revisão

Vera Severo / Maria Cristina de Souza Leite

#### Foto da Capa

Wanda Maldonado / Fundação Florestal

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

Av. Frederico Hermann Jr. 345

São Paulo 05459 900 São Paulo

tel. 11 3133 3000

[www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br)

**Disque Ambiente 0800 11 3560**



ctp, impressão e acabamento

**i**mprensa**o**ficial