

Abrigo contra a tempestade

A cidade de Nova Orleans fica às margens do Rio Mississippi, no ponto em que ele se alarga em um magnífico delta de pântanos e zonas alagadiças. Mais da metade da cidade encontra-se abaixo do nível do mar. Um elaborado sistema de represas e diques para o controle de inundações, construído pelos engenheiros do exército, retém tanto o rio quanto o Lago Pontchartrain, um grande e salobro corpo d'água ao norte da cidade.

Em 29 de agosto de 2005, o furacão Katrina atingiu o leste de Nova Orleans. A princípio, parecia que a tempestade, inicialmente um aterrorizante furacão de categoria 5, havia se dissipado o suficiente para poupar a cidade do pior. Contudo, em um período de 24 horas, a combinação de ventos, chuvas fortes e tempestades repentinamente rompeu alguns diques, provocando efeitos catastróficos. Mais de 1.800 pessoas morreram. Milhares perderam as suas casas. O censo de 2000 nos Estados Unidos estimou a população de Nova Orleans em 485.000; dados co-

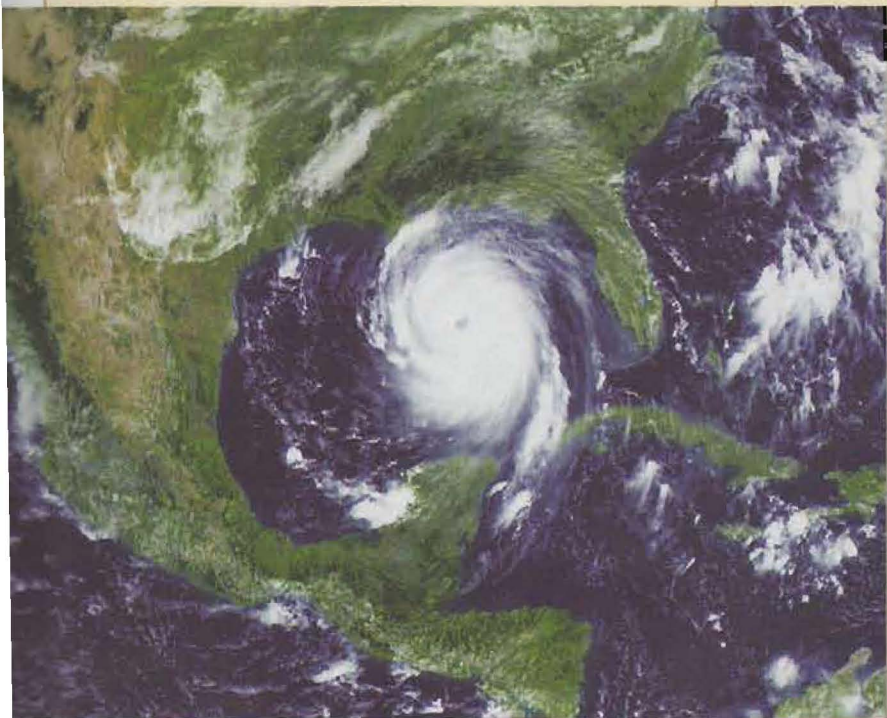
letados em junho de 2006 – nove meses depois do Katrina – estimaram a população da cidade em cerca de 225.000.

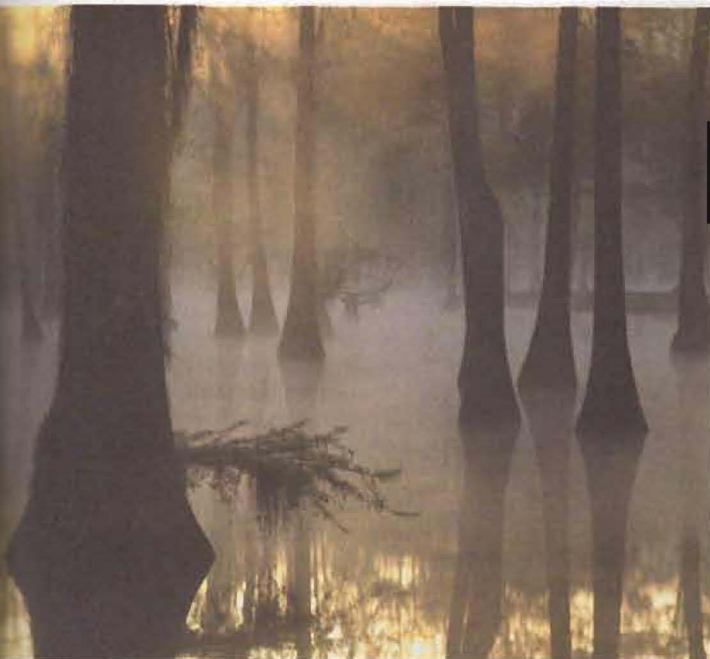
O impacto devastador do Katrina deveu-se, em parte, a uma situação que se desenvolveu por décadas. As represas que protegem Nova Orleans a montante também impedem o Rio Mississippi de depositar os sedimentos que sustentaram os pântanos vizinhos por séculos. As indústrias de óleo e gás natural abriram milhares de pequenos canais pelo delta do pântano para assentar oleodutos e equipamentos de perfuração, e a extração de gás e óleo de baixo da terra causou o seu afundamento. A crescente dragagem de canais para a navegação e o aumento do nível do mar devido ao aquecimento global contribuíram para aumentar a salinidade, matando muitos ciprestes dos pântanos. Tudo isso contribuiu para a perda de 80% (mais de 1,2 milhões de acres) dos pântanos protetores entre 1930 e 2005. Na época em que o Katrina atingiu Nova Orleans, os pântanos costeiros altamente reduzidos não puderam proteger a cidade. A resaca moveu-se rapidamente ao longo dos caminhos

esculpidos pelos canais naturais e de navegação para romper os diques e inundar cerca de 80% da cidade.

Os pântanos costeiros provêem muitos outros serviços além de proteção. Os pântanos da Louisiana servem como habitat de inverno para cerca de 70% das aves migratórias do imenso Vale do Mississippi. Também constituem os locais de desova para organismos marinhos, alguns deles são economicamente importantes. A indústria de camarões desta

Aproximação de uma poderosa tempestade Foto de satélite mostrando o Katrina em sua força máxima, como um furacão de categoria 5, aproximando-se da costa americana do Golfo do México. Embora a tempestade tenha perdido intensidade antes de atingir a superfície, a cidade de Nova Orleans e outras cidades costeiras sofreram danos devastadores e destruição.





A baía protetora Os ciprestes-calvos (*Taxodium distichum*) que crescem em pântanos de água doce são elementos característicos e vitais da baía de Louisiana. Sua destruição pela invasão da água salgada do Golfo do México está ameaçando a região.

região é conhecida há muito tempo, e a Costa do Golfo contribui com aproximadamente 30% de toda a pesca comercial de peixes dos Estados Unidos continental.

Pântanos costeiros e outros ecossistemas valiosos e indispensáveis estão sendo destruídos ou alterados a uma taxa assustadora ao redor do mundo. Alguns dos serviços prestados por esses sistemas podem ser repostos – usualmente com enormes custos – por tecnologia humana, mas alguns deles não podem ser substituídos. Os ecólogos trabalham para encontrar maneiras de utilizar os ecossistemas da Terra e garantir o fluxo sustentável dos seus benefícios para as futuras gerações.

NESTE CAPÍTULO definimos o campo da ecologia e os tipos de questões que os ecólogos tentam responder. Em seguida, descrevemos a distribuição dos climas da Terra e as forças que os criaram. Explicamos algumas maneiras pelas quais os climas e outras características do ambiente físico influenciam onde encontram-se as diferentes espécies. E concluímos descrevendo os principais biomas e regiões biogeográficas que refletem a distribuição da vida na Terra.

DESTAQUES DO CAPÍTULO

- 34.1** O que é ecologia?
- 34.2** Como os climas estão distribuídos na Terra?
- 34.3** O que é um bioma?
- 34.4** O que é uma região biogeográfica?
- 34.5** Como a vida está distribuída nos ambientes aquáticos?

34.1 O que é ecologia?

Ecologia é a ciência que estuda as ricas e variadas interações entre os seres vivos e os seus ambientes. Os ecólogos estudam essas relações em muitos níveis. Conforme veremos no próximo capítulo, interações comportamentais entre indivíduos da mesma espécie podem originar sistemas sociais elaborados. Os seres vivos também interagem com indivíduos de diferentes espécies (por exemplo, predadores e presas, mutualistas e competidores) e com seu ambiente físico. Essas interações, por sua vez, influenciam a estrutura das **comunidades** (sistemas que incluem todos os seres vivos que vivem juntos em uma mesma área), **ecossistemas** (sistemas que incluem todos os seres vivos em uma área mais seu ambiente físico) e a **biosfera** (sistema que inclui todas as regiões do planeta onde vivem os seres vivos).

O termo **ambiente**, como utilizado pelos ecólogos, engloba tanto os fatores **abióticos** (físicos e químicos), como água, nutrientes minerais, luz, temperatura e vento, como os fatores **bióticos** (seres vivos). As interações entre os seres vivos e o seu ambiente são processos de ida e volta: os seres vivos tanto influenciam quanto são influenciados pelo ambiente. De fato, lidar com as alterações ambientais causadas pela nossa própria espécie consiste em um dos maiores desafios enfrentados atualmente pela humanidade. Por essa razão, os ecólogos são frequentemente chamados para ajudar a analisar as causas dos problemas ambientais e auxiliar a encontrar soluções.

Existem muitas razões para se levar a ecologia a sério. Nossas vidas são enriquecidas pelas fascinantes interações entre as espécies que encontramos onde quer que nos aventuremos. Assistimos uma borboleta polinizando uma flor (**Figura 34.1**) e queremos saber mais sobre como as espécies interagem umas com as outras, pois temos curiosidade sobre as conseqüências dessas interações.

Além da simples curiosidade, no entanto, informações e idéias da ciência ecológica fazem-se necessárias para resolver muitos problemas práticos. Os humanos dependem de ecossistemas funcionais e vibrantes para se abastecer de muitos recursos e serviços – incluindo os serviços essenciais de limpeza da água e do ar. Um entendimento da ecologia nos permite um manejo dos ecossistemas para manter a disponibilidade de tais recursos e serviços. Um entendimento da ecologia nos permite cultivar alimentos, controlar pestes e doenças e lidar com desastres naturais, como as inundações, sem uma cascata de outras conseqüências inesperadas.



Figura 34.1 Uma interação ecológica A polinização de flores pelas borboletas consiste em mutualismo, pois beneficia ambos os participantes.

As informações ecológicas podem nos ajudar a resolver problemas práticos somente se soubermos como e por que esses problemas surgiram. Assim, os ecólogos precisam familiarizar-se com vários ambientes e entender como os seres vivos se adaptam a eles. Este capítulo enfocará o grande cenário: os climas da Terra e os padrões gerais de distribuição da vida. Nos capítulos subsequentes olharemos em maior detalhe as maneiras pelas quais os seres vivos interagem, a dinâmica das suas populações e as comunidades ecológicas em que vivem.

34.1 RECAPITULAÇÃO

Ecologia é a investigação científica das interações entre os seres vivos e entre eles e o seu ambiente físico.

- Quais são os componentes do ambiente definidos pelos ecólogos? Ver p. 745.
- Em que níveis os ecólogos estudam os sistemas ecológicos? Ver p. 745.
- Você entendeu por que o conhecimento ecológico pode ser considerado essencial para a sobrevivência humana? Ver p. 745.

O clima é um dos fatores abióticos que determinam quais os tipos de seres vivos que podem sobreviver e se reproduzir em um local. Começaremos o estudo da ecologia com uma visão geral dos climas da Terra.

34.2 Como os climas estão distribuídos na Terra?

O clima é a média das condições atmosféricas (temperatura, precipitação e direção e velocidade do vento) encontradas em uma região por um longo período. O tempo é o estado destas condições em um pequeno período. Em outras palavras, o clima é o que você espera, o tempo é o que você tem! O clima varia enormemente de um lugar para outro na Terra, principalmente porque diferentes locais recebem diferentes quantidades de energia solar. Nesta seção, examinaremos como essas diferenças

na entrada de energia solar determinam padrões atmosféricos e de circulação oceânica – os fatores que mais fortemente influenciam o clima.

A energia solar direciona os climas globais

As diferenças na temperatura do ar entre lugares distintos da Terra são fortemente determinadas pelas diferenças de entrada de energia solar. Cada local na Terra recebe o mesmo número total de horas de luz solar a cada ano – uma média de 12 horas por dia –, mas não recebe a mesma quantidade de energia solar. A taxa na qual a energia solar chega na Terra por unidade de área de substrato depende principalmente do ângulo da luz solar. Se o sol estiver baixo no céu, uma dada quantidade de energia solar será espalhada por uma área maior (e, assim, com menor intensidade) do que se o sol estiver a pino. Além disso, quando o sol encontra-se baixo no céu, sua luz deve passar por uma camada maior da atmosfera terrestre e, deste modo, uma porção maior da sua energia é absorvida e refletida antes de atingir o chão. Então, altas latitudes (mais próximas dos pólos), recebem menos energia solar do que latitudes próximas ao Equador. Em média, a temperatura média anual do ar ao nível do mar diminui em cerca de 0,4°C a cada grau de latitude (cerca de 110 km). Além disso, altas latitudes apresentam maior variação tanto no comprimento do dia quanto no ângulo da energia solar durante o ano, levando a uma maior variação sazonal da temperatura.

A temperatura do ar também diminui com a altitude. À medida que uma quantidade de ar se eleva, ela se expande (suas moléculas se distanciam), sua pressão e temperatura caem e umidade é liberada. Quando uma quantidade de ar desce, ela comprime-se, sua pressão e sua temperatura aumentam retirando umidade do ambiente.

Os padrões globais de circulação de gases resultam da variação global da entrada de energia solar que descrevemos anteriormente e da rotação da Terra em seu eixo (**Figura 34.2**). Os gases se elevam quando se aquecem pela radiação solar. Desse modo, os gases quentes se elevam nos trópicos, os quais recebem a maior entrada de energia solar. Esses gases que se elevaram são substituídos por gases que fluem em direção ao Equador provenientes do norte e do sul. A junção dessas massas de ar produz a **zona de convergência intertropical**. Os gases frios não conseguem segurar tanta umidade como os gases quentes; então, fortes chuvas ocorrem na zona de convergência intertropical quando os gases que se elevam se esfriam e liberam umidade. A zona de convergência intertropical altera-se latitudinalmente com as estações, seguindo as alterações na zona de maior entrada de energia solar. Essas alterações resultam em estações chuvosas e secas previsíveis nas regiões tropical e subtropical.

Os gases que se movimentam para a zona de convergência intertropical a fim de substituir o ar que se eleva são repostos, por sua vez, pelos gases das alturas que descem bruscamente até 30° de latitude norte e sul após terem se afastado do Equador elevados na atmosfera. Este ar se esfria e perde umidade enquanto se eleva no Equador. Ele agora desce, se aquece e aprisiona, ao invés de liberar, a umidade. Muitos dos desertos da Terra, como o Saara e os desertos australianos, localizam-se nestas latitudes onde os gases secos descem.

A cerca de 60° de latitude norte e sul, o ar se eleva novamente podendo se mover na direção do Equador ou se afastar dele. Nos pólos, onde existe pouca entrada de energia solar, os gases descem. Esses movimentos das massas de gases são fortemente responsáveis pelos padrões de vento globais.

A rotação da Terra sobre o seu eixo também influencia os ventos de superfície porque a velocidade da Terra é rápida no Equador, onde o seu diâmetro é maior, mas relativamente lenta próxima dos pólos. Uma massa de ar estacionária tem a mesma velocidade da

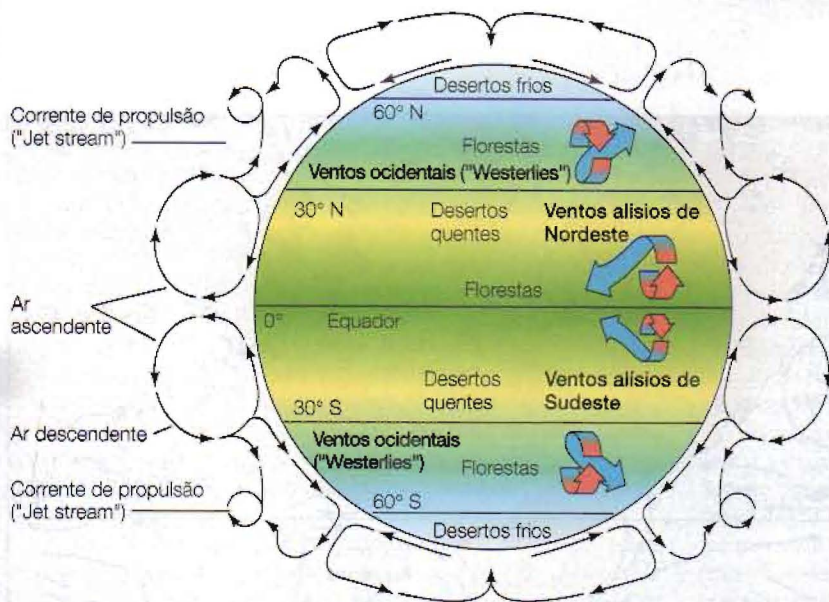


Figura 34.2 Circulação da atmosfera da Terra Se pudéssemos ficar fora da Terra e observássemos os movimentos de ar na sua atmosfera, poderíamos ver padrões de circulação de ar verticais semelhantes aqueles indicados pelas setas pretas e vermelhas e ventos de superfície semelhantes aqueles mostrados pelas setas azuis.

Terra na mesma latitude. À medida que uma massa de ar move-se em direção ao Equador, ela confronta-se com uma rotação cada vez mais rápida e seus movimentos rotatórios são mais lentos do que os da Terra abaixo dela. De maneira semelhante, à medida que uma massa de ar move-se em direção aos pólos, ela confronta-se com uma rotação cada vez mais lenta e se acelera em relação à velocidade da Terra abaixo dela. Por essa razão, as massas de ar que se movem latitudinalmente desviam-se para a direita no Hemisfério Norte e para a esquerda no Hemisfério Sul. As massas de ar que se movem em direção ao Equador, provenientes do norte e do sul, mudam de direção para tornarem-se os ventos alísios de nordeste e sudeste, respectivamente. As massas de ar que sopram para longe do Equador também mudam de direção e tornam-se os ventos ocidentais que prevalecem nas latitudes médias.

Quando estas correntes de vento fazem o ar entrar em contato com uma cadeia de montanhas, o ar se eleva para passar pelas montanhas, resfriando-se à medida que passa por elas. Desta forma, freqüentemente, nuvens se formam a barlavento da montanha (o lado que fica de frente para o vento) e liberam umidade em forma de chuva ou neve. Do lado sotavento da montanha (oposto à direção do vento), o ar, agora seco, desce, se aquece e novamente absorve umidade. Este padrão resulta, freqüentemente, em uma área seca chamada de **sombra de chuva** a sotavento de uma cadeia de montanhas (Figura 34.3).

A circulação oceânica global é determinada pelos padrões de vento

O padrão global de circulação do ar que descrevemos acima determina os padrões de circulação das águas oceânicas de superfície, conhecidas como *correntes* (Figura 34.4). Os ventos alísios que sopram na direção do Equador vindos do nordeste e sudeste fazem a água convergir no Equador e mover-se para o oeste até encontrar uma massa de terra continental. Neste ponto, a água se divide, parte dela se desloca para o norte e parte para o sul ao longo do litoral do continente. O movimento da água do oceano, aquecida nos trópicos, transfere grandes quantidades de calor para as altas latitudes. À medida que essas correntes se movem em direção aos

pólos, levadas pelos ventos, a água gira para a direita no Hemisfério Norte e para a esquerda no Hemisfério Sul. Assim, a água que flui em direção aos pólos move-se para o leste até encontrar outro continente, onde é desviada lateralmente ao longo de seu litoral. Em ambos os hemisférios, a água flui em direção ao Equador ao longo do lado oeste dos continentes, continuando a girar para a direita ou esquerda até encontrar-se no Equador e a fluir para oeste novamente.

Os seres vivos precisam se adaptar às alterações em seu ambiente

Alguns tipos de alterações no ambiente de um ser vivo, como a aproximação do fogo, de uma tempestade ou de um predador, requerem respostas imediatas; outras alterações permitem um certo tempo para respostas mais graduais. Muitas plantas se adaptam a condições quentes reduzindo a perda de água e evitando o superaquecimento através da mudança da posição das suas folhas durante o dia. Elas interceptam a luz do sol no início e fim do período diurno e evitam o superaquecimento ao meio-dia. De maneira semelhante, lagartos expõem-se ao sol durante a manhã para aumentar sua temperatura corporal, mas se movem para a sombra quando fica muito quente.

Além destas alterações de curto prazo no comportamento, a evolução de muitas características morfológicas e fisiológicas permite aos seres vivos funcionarem em diversos ambientes físicos. Muitas dessas características encontram-se descritas nas Partes 8 e 9 deste livro.

Poucos indivíduos morrem exatamente onde nasceram: em algum momento de suas vidas a maioria dos seres vivos se move, ou é movida, para um novo local. Esse fenômeno denomina-se **dispersão**. Os indivíduos podem deixar o local do seu nascimento a fim de encontrar um lugar melhor para reproduzir. Outros podem procurar novos lugares para viver quando as condições locais se deterioram.

Se alterações sazonais repetidas alteram o ambiente de maneira previsível, os seres vivos podem desenvolver ciclos de vida

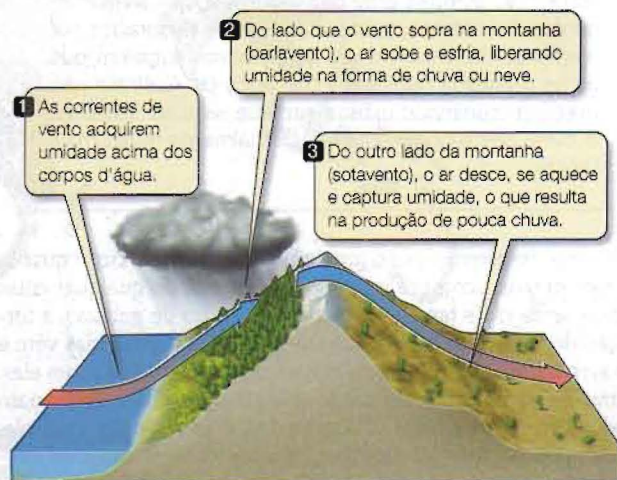


Figura 34.3 Uma sombra de chuva A precipitação média anual tende a ser menor a sotavento do que a barlavento em uma cadeia de montanhas.

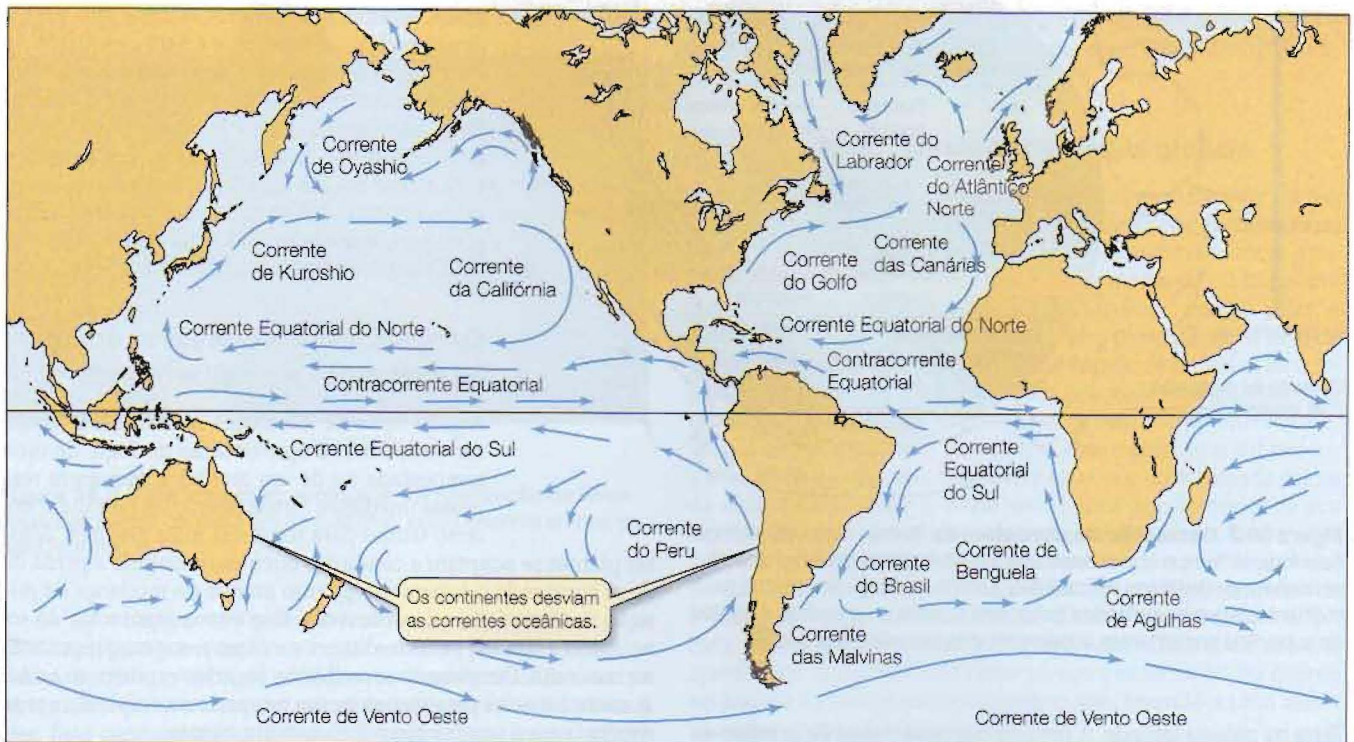


Figura 34.4 Circulação oceânica global Para ver que as correntes superficiais do oceano são determinadas principalmente pelos ventos, compare as correntes aqui mostradas com as correntes de vento que aparecem na Figura 34.2.

que parecem antecipar essas mudanças. A **migração** constitui uma das respostas a tais mudanças ambientais cíclicas. Outros animais entram em um estado de descanso (estivação, hibernação ou diapausa) antes do aparecimento das condições adversas. Eles permanecem naquele estado até que os sinais ambientais indiquem a melhoria das condições.

Os humanos têm certamente influenciado o clima da Terra, mas acreditava-se que tais influências seriam recentes. No entanto, modelos climáticos elaborados por cientistas da Universidade do Colorado sugerem que se os primeiros habitantes humanos da Austrália não tivessem queimado extensivamente as suas florestas, o clima deste continente seria atualmente muito mais úmido.

A maioria das alterações no ambiente físico, tanto a curto quanto a longo prazos, acontece independentemente de qualquer coisa que os seres vivos façam. O avanço e o recuo de geleiras, a formação de tempestades, as ondas de calor e as frentes frias vêm e vão sem a influência dos seres vivos que precisam lidar com elas. Outras alterações ambientais, no entanto, têm sido e continuam sendo influenciadas pelas atividades dos seres vivos. Por exemplo, conforme o Capítulo 21 descreve, os seres vivos produziram a atmosfera oxigenada e os solos da Terra. Como veremos nos capítulos a seguir, muitas variações significativas no ambiente, às quais os seres vivos precisam se adaptar, são causadas por outros seres vivos e muitas características dos seres vivos determinam-se, em grande escala, pela história dessas interações.

34.2 RECAPITULAÇÃO

Diferenças na quantidade de energia solar criam padrões de circulação atmosférica e estas correntes de vento afetam os padrões de circulação oceânica. Os seres vivos se adaptam tanto a variações climáticas de curto quanto de longo prazo em seu ambiente.

- Por que a temperatura média anual do ar diminui tanto com a latitude quanto com a altitude? Ver p. 746.
- Você entendeu como as variações na energia solar determinam os padrões globais de circulação do ar? Ver p. 747 e Figura 34.2.
- Como os padrões globais de circulação do ar afetam as correntes oceânicas? Ver p. 747 e Figura 34.4.

A grande variabilidade dos efeitos do clima da Terra tem originado muitos grupos de seres vivos diferentes. Os ecólogos acham útil classificar estes grupos em distintos tipos de ecossistemas. Dependendo de qual parte do sistema eles pretendem estudar, os ecólogos podem classificar os ecossistemas em biomas ou regiões biogeográficas.

34.3 O que é um bioma?

Quando os ecólogos identificam os ecossistemas, como decidem onde se localizam os limites entre os diferentes tipos de ecossistemas? Os hábitos (formas de crescimento) das plantas dominantes de um determinado ecossistema influenciam fortemente a vida dos outros seres vivos que ali vivem ao determinarem a estrutura da vegetação e modificarem o clima próximo ao solo. Um **bioma**

consiste em um ambiente terrestre definido pelo hábito de suas plantas. Biomas comuns incluem as florestas, savanas, desertos e tundras (Figura 34.5).

As distribuições das plantas são muito influenciadas pelos padrões anuais de temperatura e pluviosidade. Em alguns biomas, como a floresta temperada decídua, a precipitação é relativamente constante ao longo de todo o ano, mas a temperatura varia de forma impressionante entre o verão e o inverno. Em outros, tanto a temperatura quanto a precipitação variam sazonalmente. Ainda em outros biomas, as temperaturas são quase constantes, mas a precipitação varia sazonalmente. Nos trópicos, onde as flutuações sazonais de temperatura são pequenas, os ciclos anuais apresentam-se dominados pelas estações seca e chuvosa. Os tipos de bioma tropical são determinados, principalmente, pela duração da estação seca.

É mais fácil compreender as semelhanças e diferenças entre os biomas através da combinação de fotografias e de gráficos de temperatura, precipitação e atividade biológica, acompanhada de algumas palavras que descrevem outros atributos destes biomas. Nas próximas páginas, cada bioma está representado por um mapa mostrando a sua localização e duas fotografias que o ilustram em diferentes épocas do ano ou o representam em diferentes lugares da Terra. Um conjunto de gráficos mostra os padrões sazonais de temperatura e precipitação em uma localidade dentro do bioma. Outro gráfico mostra o padrão de atividade de diferentes tipos de

seres vivos durante o ano. (Para os biomas de altas latitudes, os padrões no Hemisfério Sul deslocam-se em seis meses em relação aos apresentados, os quais representam o Hemisfério Norte.) Os níveis de atividade biológica, representados pela largura das barras horizontais, variam devido às espécies residentes tornarem-se mais ou menos ativas (produção de folhas, saída da hibernação, eclosão ou reprodução) ou devido à sua migração para dentro ou para fora do bioma em diferentes épocas do ano. A caixa pequena descreve o hábito das plantas que dominam a vegetação e o padrão de **riqueza de espécies** (o número de espécies presentes nesta comunidade) no bioma.

Essas descrições dos biomas são muito gerais e não descrevem a variação que existe em cada bioma. Por exemplo, o bioma floresta temperada decídua contém lagos, rios, vegetação de baixo crescimento nos rochedos íngremes e áreas cobertas por grama recuperando-se do fogo ou de outros tipos de perturbação, bem como florestas. Além disso, os limites entre os biomas são de certa forma arbitrários. Embora algumas vezes uma alteração brusca possa ser observada em uma paisagem, o mais comum consiste em observar um bioma se transformando gradualmente em outro. Por exemplo, o limite entre uma floresta e uma pradaria pode não ser distinto; em vez disso, observa-se que os espaços entre as árvores parecem aumentar gradualmente, o que permite um aumento na quantidade de gramíneas que crescem entre elas. Contudo, é útil reconhecer os principais biomas do mundo.

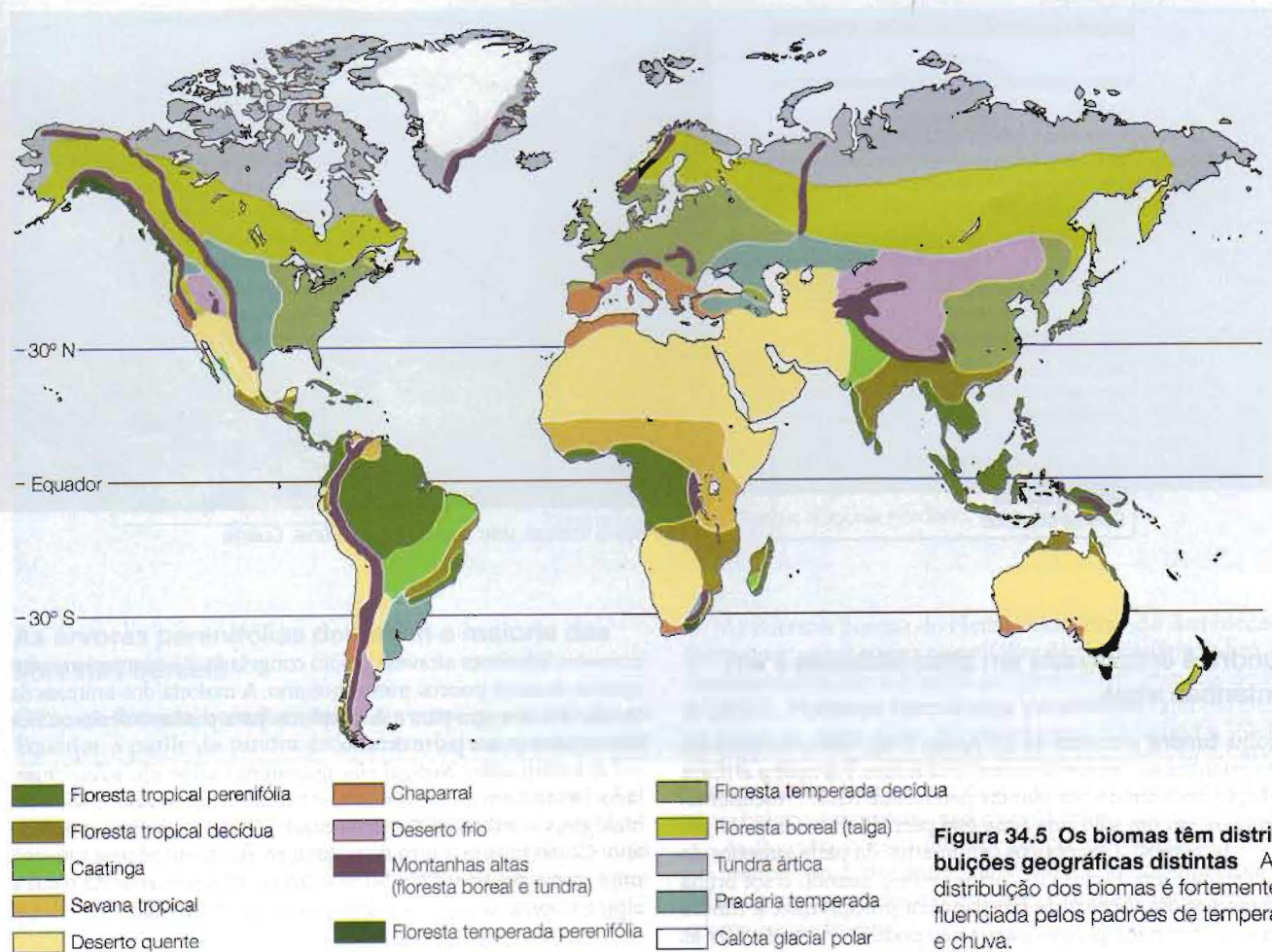
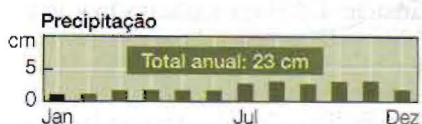
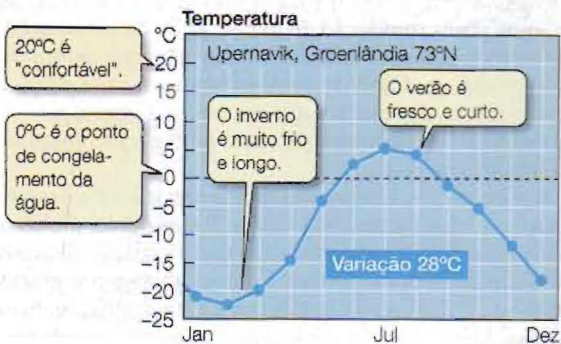
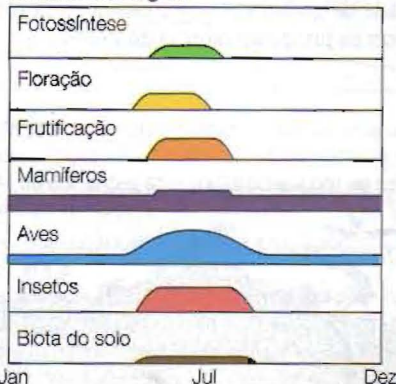


Figura 34.5 Os biomas têm distribuições geográficas distintas A distribuição dos biomas é fortemente influenciada pelos padrões de temperatura e chuva.

TUNDRA



Atividade biológica



Composição da comunidade

Plantas dominantes

Ervas perenes e pequenos arbustos

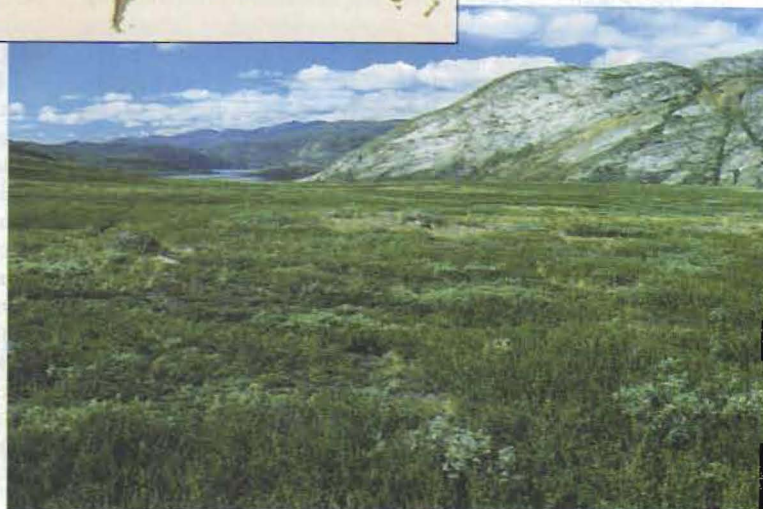
Riqueza de espécies

Plantas: Baixa; mais alta em tundras alpinas tropicais

Animais: Baixa; muitas aves migram para a tundra no verão; umas poucas espécies de insetos são abundantes no verão

Biota do solo

Poucas espécies



Tundra ártica, Groenlândia



Tundra alpina tropical: Vale Teleki, Monte Quênia, Quênia

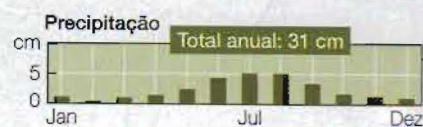
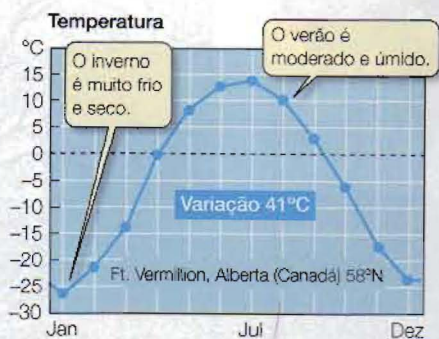
A tundra é encontrada em altas latitudes e em montanhas altas

O bioma **tundra** encontra-se no Ártico e em altitudes elevadas nas montanhas existentes de todas as latitudes. Na *tundra ártica*, a vegetação, constituída por plantas perenes de baixo crescimento, sustenta-se em um solo cuja água está permanentemente congelada – o *permafrost*. Uns poucos centímetros da parte superior do solo descongelam durante os curtos verões, quando o sol brilha 24 horas por dia. Apesar de haver pouca precipitação, a tundra ártica é muito úmida porque a água não pode ser drenada para as

camadas inferiores através do solo congelado. As plantas crescem apenas durante poucos meses por ano. A maioria dos animais da tundra ártica migra para a área apenas para passar o verão ou fica dormente a maior parte do ano.

A *tundra alpina tropical* não se sustenta sobre um solo congelado. Desta forma, a fotossíntese e a maioria das outras atividades biológicas continuam (embora mais lentas) ao longo de todo o ano. Como mostra a foto da vegetação alpina do Monte Quênia, uma maior riqueza de hábitos vegetais está presente na tundra alpina tropical do que na vegetação da tundra ártica.

FLORESTA BOREAL e FLORESTA TEMPERADA PERENIFÓLIA

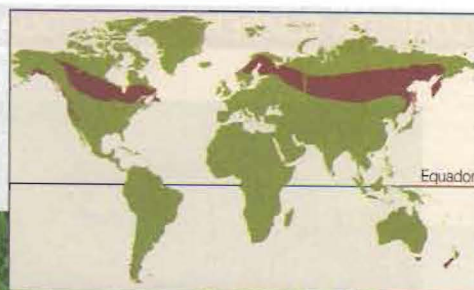


Atividade biológica



Composição da comunidade

Plantas dominantes
Árvores, arbustos e ervas perenes
Riqueza de espécies
Plantas: Baixa em árvores, alta no sub-bosque
Animais: Baixa, mas com picos de aves migratórias no verão
Biota do solo
Muito rica na camada profunda de serapilheira



Floresta boreal do norte, Floresta Nacional Gunnison, Colorado (EUA)



Floresta boreal do sul, Parque Nacional Fiordland, Nova Zelândia

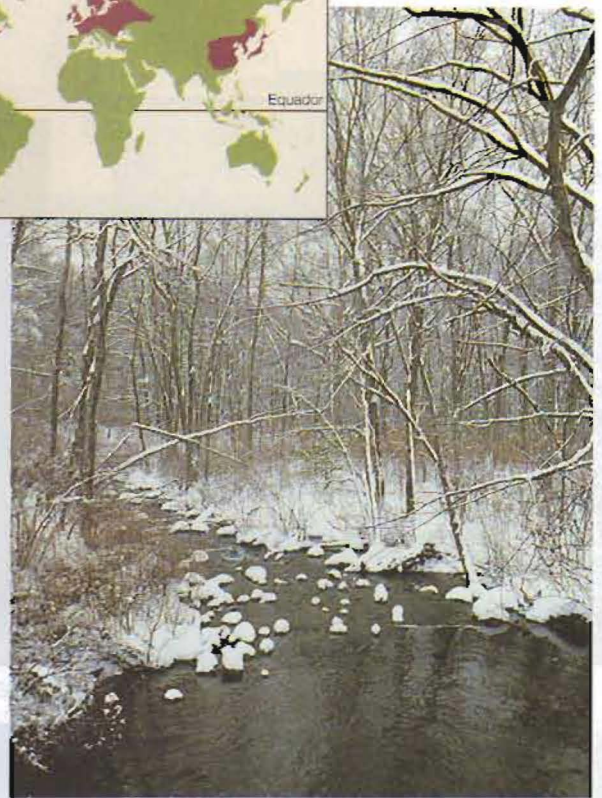
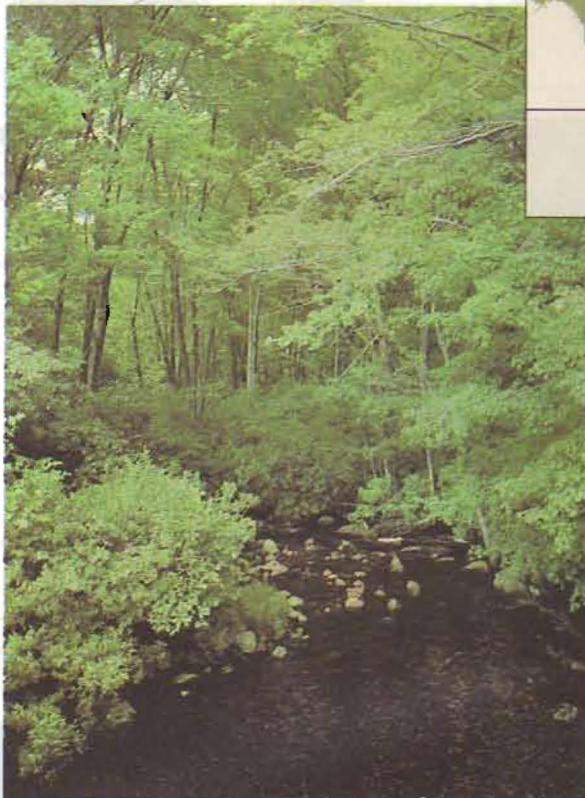
As árvores perenifólias dominam a maioria das florestas boreais

O bioma **floresta boreal** ou **taiga** encontra-se em direção ao Equador a partir da tundra ártica e em baixas elevações nas montanhas da zona temperada. Os invernos das florestas boreais são longos e muito frios e os verões curtos (embora frequentemente aquecidos). A duração reduzida dos verões favorece as árvores com folhas perenes, porque elas estão prontas para realizar a fotossíntese tão logo as temperaturas aumentam na primavera.

As florestas boreais do Hemisfério Norte são dominadas por gimnospermas coníferas perenifólias. No Hemisfério Sul, as árvores dominantes são as faias do sul (*Nothofagus*), algumas delas perenifólias. **Florestas temperadas perenifólias** também crescem ao longo da costa oeste dos continentes em latitudes médias a altas em ambos os hemisférios, onde os invernos são moderados, mas muito úmidos e os verões são frescos e secos. Estas florestas são o habitat das árvores mais altas da Terra.

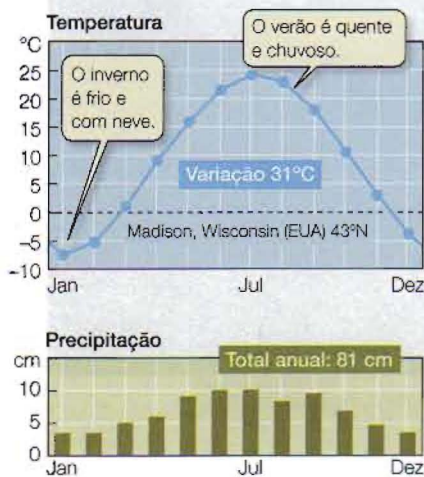
As florestas boreais têm apenas poucas espécies de árvores. Os animais predominantes, como alces e lebres, comem folhas. As sementes nos cones das coníferas sustentam uma fauna de roedores, aves e insetos.

FLORESTA TEMPERADA DECÍDUA



Uma floresta de Rhode Island (EUA) no verão e...

...no inverno



Composição da comunidade

Plantas dominantes
 Árvores e arbustos

Riqueza de espécies
Plantas: Muitas espécies de árvores no sudeste dos EUA e no leste da Ásia, camada de arbustos rica
Animais: Rica; muitas aves migratórias, comunidades de anfíbios mais ricas da Terra, fauna de insetos rica no verão

Biota do solo
 Rica

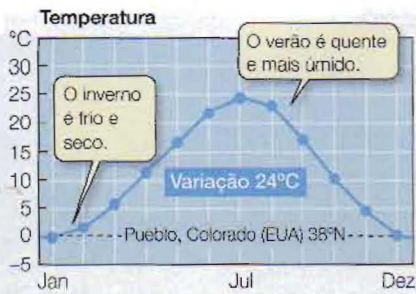
As florestas temperadas decíduas mudam com as estações

O bioma **floresta temperada decídua** encontra-se no leste da América do Norte, no leste da Ásia e na Europa. Nestas regiões, as temperaturas flutuam drasticamente entre o verão e o inverno. A precipitação encontra-se relativamente bem distribuída ao longo de todo o ano.

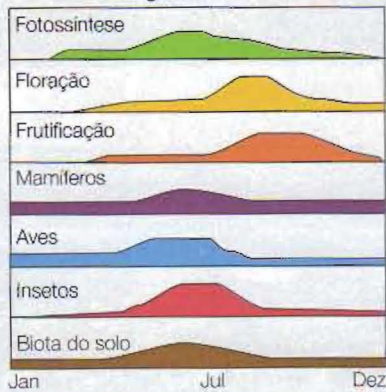
Árvores caducifólias, dominantes nestas florestas, perdem suas folhas durante os invernos frios e produzem folhas que

realizam rapidamente a fotossíntese durante os verões quentes e chuvosos. Muito mais espécies de árvores vivem neste bioma do que nas florestas boreais. As florestas temperadas mais ricas em espécies ocorrem nas Montanhas Apalaches dos Estados Unidos e no leste da China e Japão – áreas que não estiveram cobertas pelas geleiras durante o Pleistoceno. Embora geograficamente separadas, muitos gêneros de plantas e animais são compartilhados entre essas três regiões do bioma floresta decídua.

PRADARIA TEMPERADA



Atividade biológica

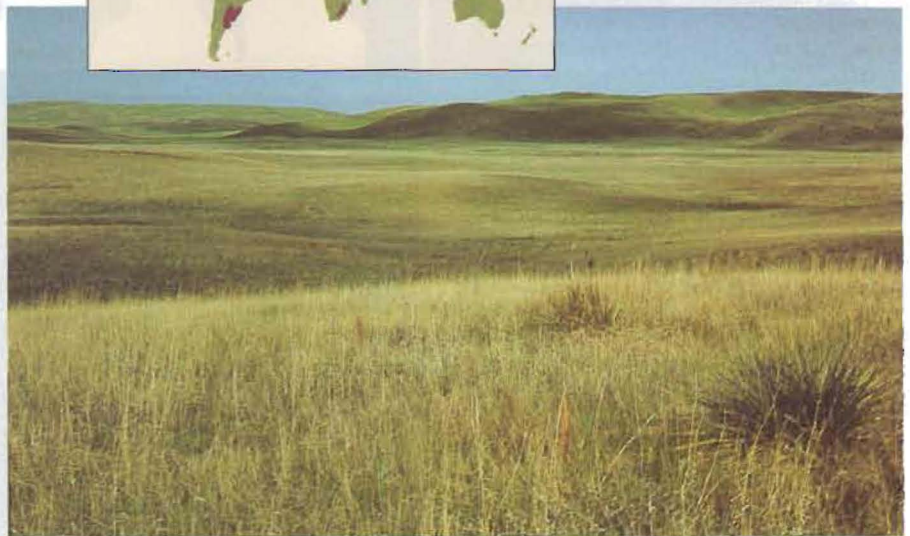


Composição da comunidade

Plantas dominantes
Gramíneas e *forbs* perenes

Riqueza de espécies
Plantas: Razoavelmente alta
Animais: Relativamente pobre em aves por causa da estrutura simples; razoavelmente rica em mamíferos

Biota do solo
Rica



Pradaria de Nebraska (EUA) na primavera



A estepe, Natal, África do Sul

As pradarias temperadas estão difundidas

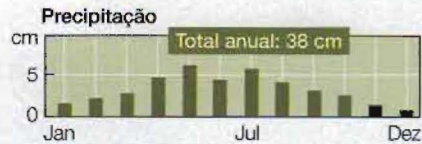
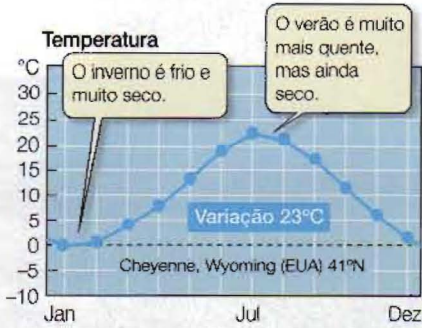
O bioma **pradaria temperada** encontra-se em muitas partes do mundo, as quais são relativamente secas durante a maior parte do ano. A maioria das pradarias, como os pampas da Argentina*, a estepe da África do Sul e as grandes planícies da América do Norte, tem verões quentes e invernos relativamente frios. A maior parte desse bioma tem sido convertida para a agricultura. Em al-

* N. do T. Os pampas do Rio Grande do Sul, no Brasil, e do Uruguai também fazem parte deste bioma.

gumas pradarias, a maior parte da precipitação ocorre no inverno (pradarias da Califórnia); em outras, a maioria ocorre no verão (grandes planícies, estepe russa).

A vegetação das pradarias é estruturalmente simples, mas rica em espécies de gramíneas perenes, ciperáceas e *forbs* (plantas herbáceas não gramíneas). As pradarias têm, freqüentemente, uma exuberância de cores quando as plantas herbáceas estão em período de floração. As plantas das pradarias estão bem adaptadas ao pastejo e ao fogo. Elas armazenam a maior parte de sua energia abaixo da superfície do solo e rapidamente rebrotam após serem queimadas ou comidas.

DESERTO FRIO



Atividade biológica

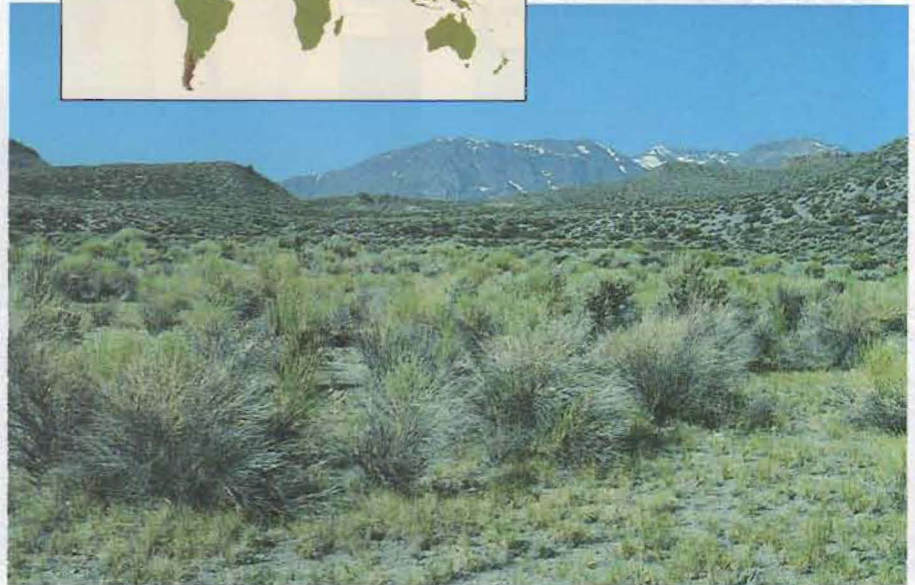
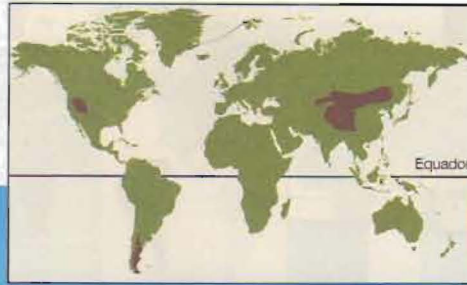


Composição da comunidade

Plantas dominantes
 Arbustos baixos e plantas herbáceas

Riqueza de espécies
Plantas: Poucas espécies
Animais: Rica em aves, formigas e roedores granívoros; baixa em todos os outros taxa

Biota do solo
 Pobre em espécies



Estepe de artemísias próximo ao Lago Mono, Califórnia (EUA)



Patagônia, Argentina

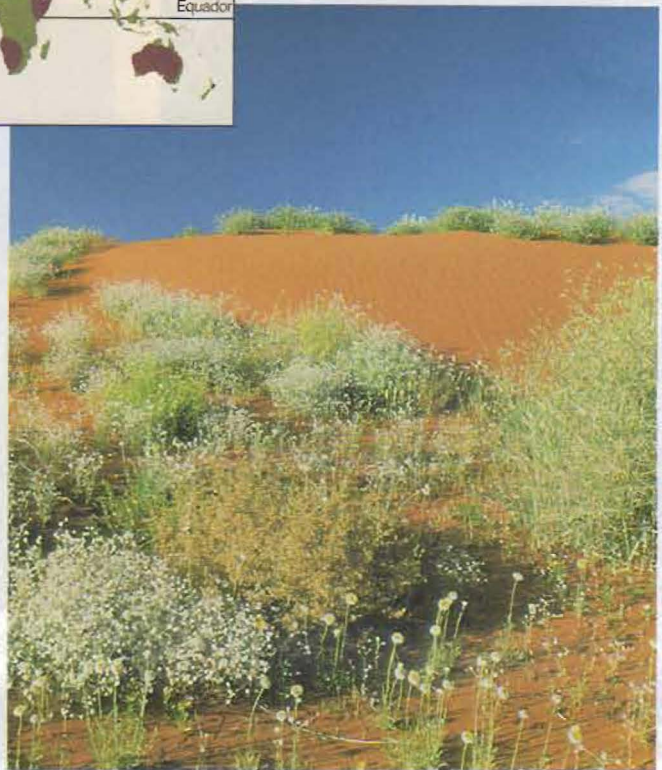
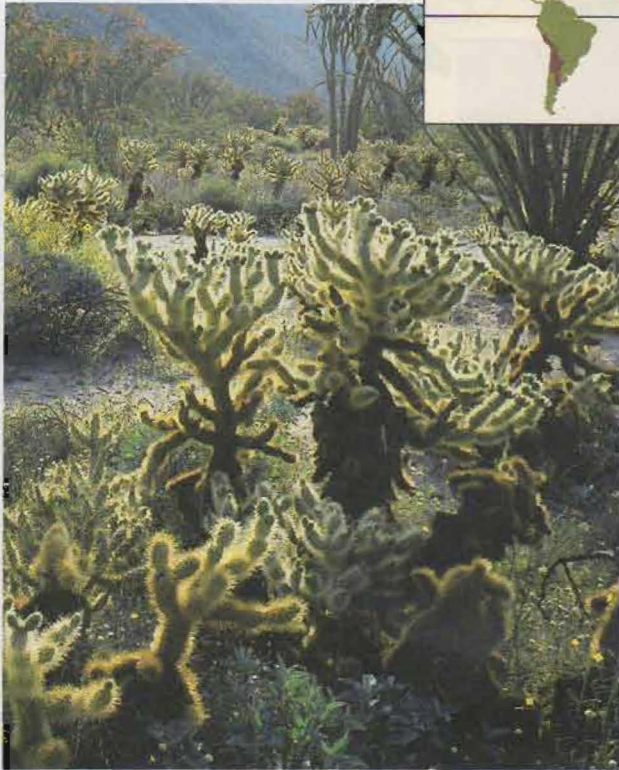
Os desertos frios são altos e secos

O bioma **deserto frio** encontra-se em regiões secas de médias a altas latitudes, especialmente no interior de grandes continentes na sombra da chuva de cadeias de montanhas. As variações sazonais de temperatura são grandes.

Os desertos frios são dominados por poucas espécies de arbustos baixos. As camadas superficiais do solo são recarregadas

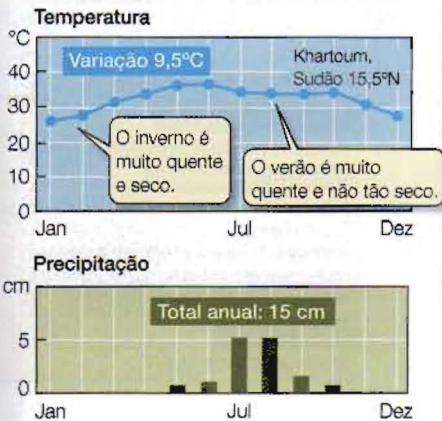
com umidade no inverno e o crescimento das plantas concentra-se na primavera. A produtividade anual é baixa porque os solos secam rapidamente na primavera. Os desertos frios são relativamente pobres em espécies da maioria dos grupos taxonômicos, mas as plantas deste bioma tendem a produzir grandes quantidades de sementes, sustentando muitas espécies granívoras de aves, formigas e roedores.

DESERTO QUENTE



Deserto Anzo Borrego, Califórnia (EUA)

Deserto Simpson, Austrália, após chuva



Composição da comunidade

Plantas dominantes
Muitas formas de vida diferentes

Riqueza de espécies
Plantas: Razoavelmente rica; muitas anuais

Animais: Muito rica em roedores, répteis e borboletas. A mais rica comunidade de abelhas da Terra.

Biota do solo
Pobre em espécies

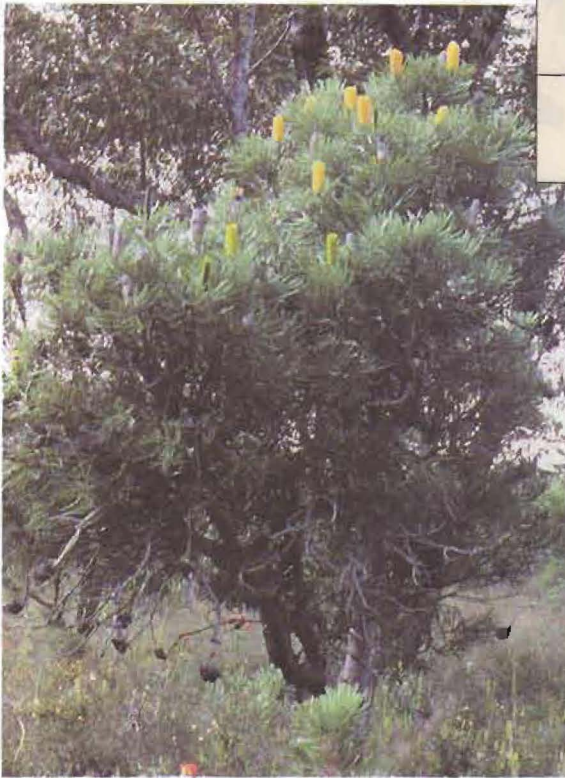
Os desertos quentes ocorrem por volta dos 30° de latitude

O bioma **deserto quente** encontra-se em dois cinturões, centrados ao redor das latitudes 30°N e 30°S, onde o ar desce, esquenta e adquire umidade. Os desertos quentes recebem a maior parte das raras precipitações no verão. A precipitação que ocorre durante o inverno provém de tempestades que se formam sobre os oceanos de latitude média. As grandes regiões mais secas, onde as chuvas de verão e inverno raramente pe-

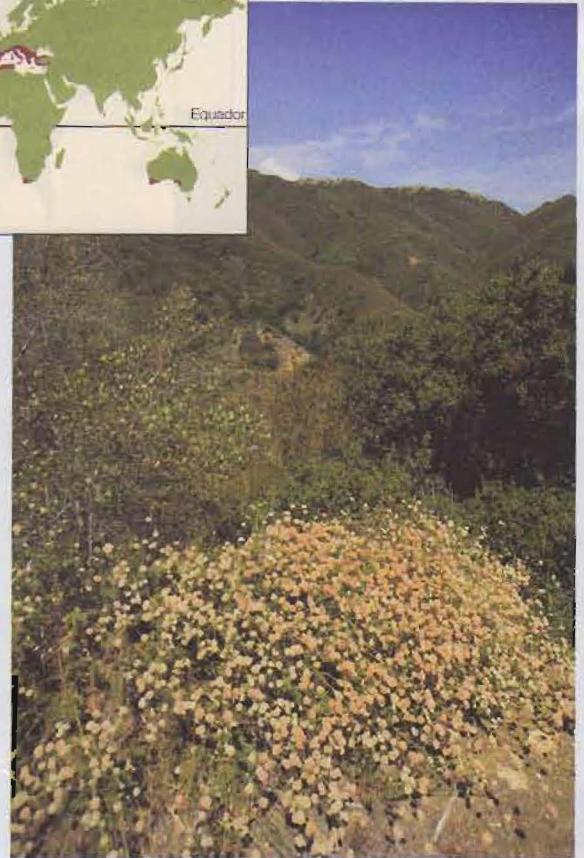
netram, estão no centro da Austrália e no meio do Deserto do Saara, na África.

Exceto nestas regiões mais secas, os desertos quentes têm uma vegetação mais rica e estruturalmente mais diversa do que os desertos frios. Plantas suculentas (como os cactos) que armazenam água em seus troncos expansíveis chamam a atenção em alguns desertos quentes. Quando chove, as plantas anuais germinam e crescem com abundância. A polinização e a dispersão de sementes por animais são comuns. Encontra-se nos desertos quentes uma fauna rica em roedores, cupins, formigas, lagartos e cobras.

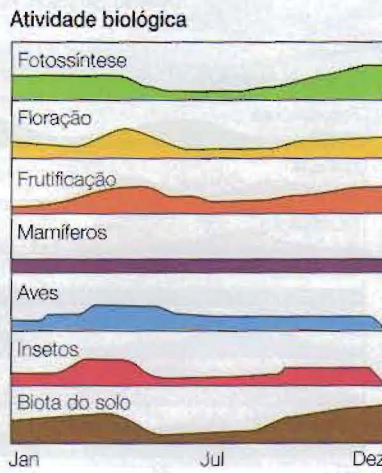
CHAPARRAL



Sudoeste da Austrália



Santa Bárbara, Califórnia (EUA)



Composição da comunidade

Plantas dominantes
 Arbustos baixos e plantas herbáceas

Riqueza de espécies
Plantas: Extremamente alta na África do Sul e Austrália
Animais: Rica em roedores e répteis; muito rica em insetos, especialmente abelhas

Biota do solo
 Moderadamente rica

O clima do bioma chaparral é seco e agradável

O bioma **chaparral** encontra-se no lado oeste dos continentes em latitudes médias (cerca de 30°), onde as correntes frias do oceano fluem para longe da costa. Os invernos neste bioma são frescos e úmidos; os verões são quentes e secos. Esses climas são encontrados na região mediterrânea da Europa, na costa da Califórnia, no Chile central, no extremo sul da África e no sudoeste da Austrália.

As plantas dominantes na vegetação do bioma chaparral consistem em arbustos e árvores baixas com folhas duras e perenes.

Os arbustos realizam a fotossíntese e crescem principalmente no início da primavera, quando os insetos encontram-se ativos e as aves se reproduzem. As plantas anuais abundam e produzem muitas sementes que se depositam no solo. Assim, este bioma sustenta grandes populações de pequenos roedores, a maioria dos quais armazena sementes em cavidades subterrâneas. A vegetação do bioma chaparral está naturalmente adaptada para sobreviver a incêndios periódicos. Muitos arbustos do bioma chaparral do Hemisfério Norte produzem frutos dispersos por aves que amadurecem no final do outono, quando grandes números de aves migratórias chegam do norte.

CAATINGA e SAVANA TROPICAL

Temperatura



Precipitação

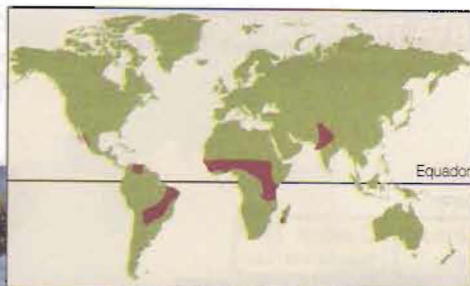


Atividade biológica



Composição da comunidade

Plantas dominantes
Arbustos e pequenas árvores; gramíneas
Riqueza de espécies
Plantas: Moderada na caatinga; baixa na savana
Animais: Fauna de mamíferos rica; moderadamente rica em aves, répteis e insetos
Biota do solo
Rica



Caatinga em Madagascar



KwaZulu-Natal, África do Sul

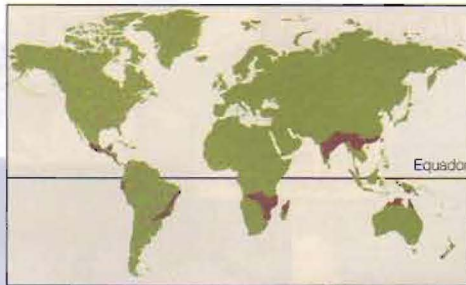
As caatingas e as savanas tropicais têm climas semelhantes

O bioma **caatinga** ou bosque espinhoso ("thorn forest") encontra-se nos lados equatoriais dos desertos quentes. O clima é semi-árido; chove pouco ou nada durante o inverno, mas a pluviosidade pode ser alta durante o verão. As caatingas contêm muitas plantas semelhantes às encontradas nos desertos quentes. As plantas dominantes são arbustos espinhosos e árvores pequenas, muitos dos quais perdem as suas folhas durante o inverno longo e seco. Os membros do gênero *Acacia* são comuns nas caatingas de todo o mundo.

As regiões tropicais e subtropicais secas da África, América do Sul e Austrália, têm extensas áreas de **savanas tropicais*** – extensões de gramíneas e plantas semelhantes a gramíneas e árvores dispersas. As maiores savanas tropicais encontram-se na África central e ocidental, onde este bioma sustenta números enormes de mamíferos pastejadores e muitos carnívoros predadores de grande porte. Os pastejadores mantêm as savanas. Se a vegetação de savana não for pastada ou queimada, ela normalmente se reverterá em caatinga densa.

* N. do T. O cerrado brasileiro enquadra-se nesta categoria.

FLORESTA TROPICAL DECÍDUA



Atividade biológica



Composição da comunidade

Plantas dominantes

Árvores decíduas

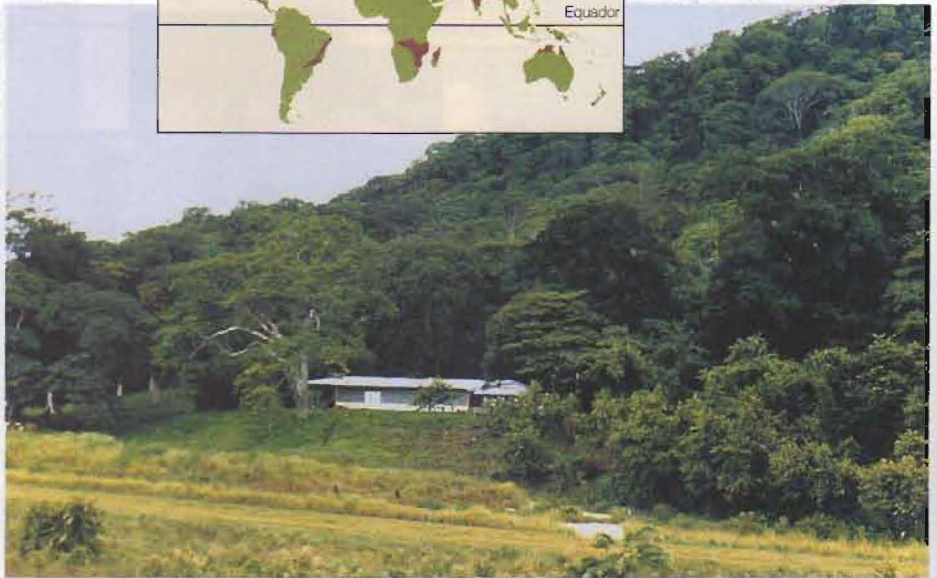
Riqueza de espécies

Plantas: Moderadamente rica em espécies de árvores

Animais: Comunidades ricas em mamíferos, aves, répteis, anfíbios e insetos

Biota do solo

Rica, mas pouco conhecida



Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica, na estação chuvosa...



...e na estação seca.

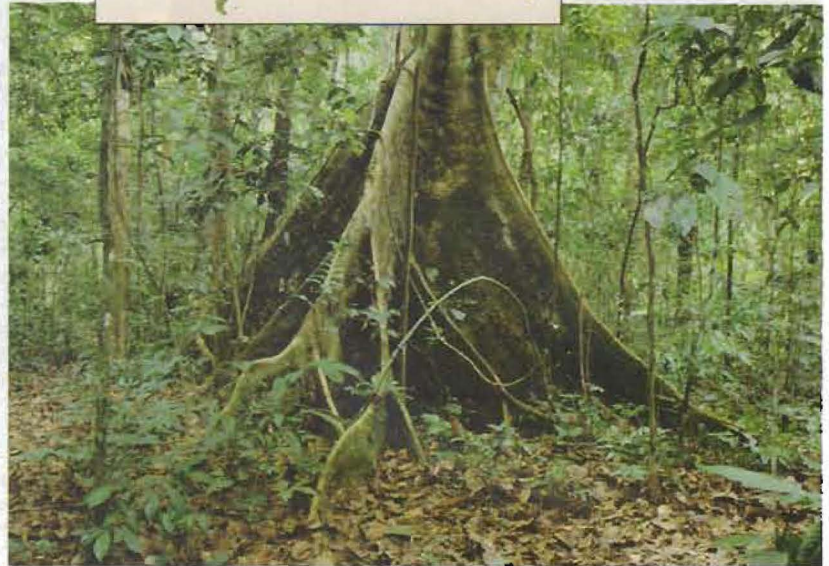
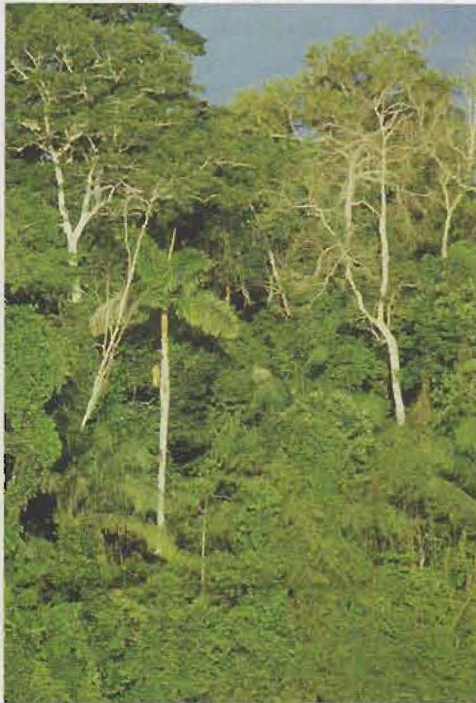
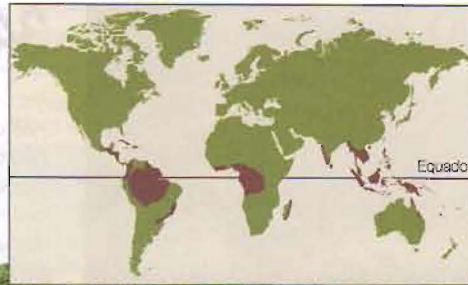
As florestas tropicais decíduas ocorrem em planícies quentes

À medida que a duração da estação chuvosa aumenta em direção ao Equador, o bioma **floresta tropical decídua** substitui as caatingas. As florestas tropicais decíduas têm árvores mais altas e plantas menos suculentas que as caatingas e são muito mais ricas em espécies de plantas e animais. A maioria das árvores, exceto aquelas que crescem ao longo dos rios, perde suas folhas durante a estação seca longa e quente. Muitas delas florescem enquanto

estão desprovidas de folhas e muitas espécies são polinizadas por animais. A atividade biológica mostra-se intensa durante a estação chuvosa e quente.

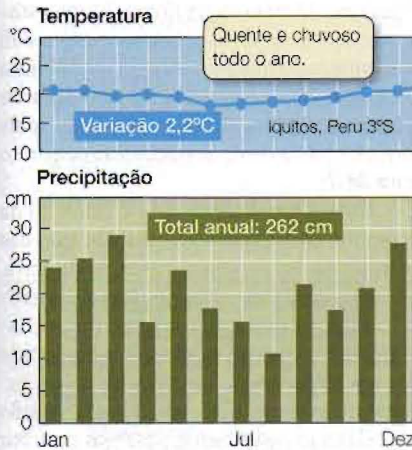
Os solos do bioma floresta tropical decídua encontram-se entre os melhores solos dos trópicos para a agricultura porque eles contêm mais nutrientes do que os solos de áreas mais úmidas. Como resultado, a maior parte das florestas tropicais decíduas do mundo tem sido desmatada para dar espaço à agricultura e à pecuária. Esforços para promover a sua restauração estão em andamento em vários continentes.

FLORESTA TROPICAL PERENIFÓLIA



Uma floresta úmida de planície vista de fora...

...e em seu interior, Cocha Cashu, Peru



Composição da comunidade

- Plantas dominantes**
Árvores e cipós
- Riqueza de espécies**
Plantas: Extremamente alta
Animais: Extremamente alta em mamíferos, aves, anfíbios e artrópodos
- Biota do solo**
Muito rica, mas pouco conhecida

A atividade biológica alta durante todo o ano.

As florestas tropicais perenifólias são ricas em espécies

O bioma **floresta tropical perenifólia** encontra-se em regiões equatoriais onde a pluviosidade total anual excede 250 cm e a estação seca dura menos de 2 ou 3 meses. Este é o mais rico de todos os biomas em número de espécies de plantas e animais, com até 500 espécies de árvores por km². Junto com sua imensa riqueza de espécies, as florestas tropicais perenifólias têm a mais

alta produtividade total entre todas as comunidades ecológicas. No entanto, a maioria dos nutrientes minerais está presa na vegetação. Normalmente, os solos não podem sustentar a agricultura sem a aplicação substancial de fertilizantes.

As árvores tropicais dos declives das montanhas constituem-se mais baixas do que as árvores de planície. Suas folhas são menores e existem mais *epífitas* (plantas que crescem sobre outras plantas e que retiram seus nutrientes e umidade diretamente do ar e da água ao invés do solo).



Figura 34.6 Os desertos australianos diferem daqueles em outros continentes Áreas extensas na Austrália são dominadas por uma graminea fibrosa e resistente chamada "spinifex" (*Triodia*) que queima facilmente quando verde.

A distribuição dos biomas não é determinada apenas pelo clima

A partir da discussão anterior, você poderá concluir que apenas o clima determina a distribuição dos biomas e as características das plantas que os dominam. O clima importa, mas outros fatores, como fertilidade do solo e fogo, também exercem fortes influências na estrutura da vegetação de uma área. Por exemplo, a vegetação dos desertos australianos cresce em solos extremamente pobres em nutrientes. As folhas destas plantas, muito difíceis de serem digeridas, são muito pouco consumidas pelos herbívoros. Desse modo, restos inflamáveis se acumulam rapidamente sob as árvores e periodicamente fogos intensos se espalham pela paisagem. Como resultado, plantas suculentas, facilmente mortas pelo fogo, não são encontradas na Austrália, embora sejam comuns nos desertos de outros continentes (ver p. 755). Os desertos australianos apresentam uma vegetação diferenciada (**Figura 34.6**).

34.3 RECAPITULAÇÃO

Os ecólogos reconhecem um número grande de unidades ecológicas chamadas biomas, as quais estão baseadas no hábito de crescimento da vegetação dominante. A distribuição dos biomas terrestres é determinada principalmente pela temperatura e precipitação, mas também influencia-se pela fertilidade do solo e ocorrência de fogo.

O clima explica porque o bioma chaparral está confinado à costa oeste dos continentes e em latitude mediana, mas não pode explicar porque os chaparrales da Califórnia e da África do Sul não compartilham qualquer espécie. Para explicar a distribuição das espécies na Terra, precisamos estudar os ambientes físicos atuais e antigos.

34.4 O que é uma região biogeográfica?

Até os naturalistas europeus começarem a viajar pelo globo, eles não tinham como saber que tipos de seres vivos seriam encontrados em diferentes regiões. Alfred Russel Wallace, que juntamente com Charles Darwin, lançou a idéia de que a seleção natural poderia contribuir para a evolução da vida na Terra (ver Seção 22.1), foi um destes viajantes globais. Ele retornou para a Inglaterra na primavera de 1862 após sete anos viajando pelo Arquipélago Malaio. Ele notou alguns padrões marcantes na distribuição de espécies ao longo do arquipélago durante as suas viagens. Por exemplo, ele descreveu aves muito diferentes que habitavam duas ilhas adjacentes, Bali e Lombok:

Em Bali, nós temos tordos, sabiás e pica-paus; passando para Lombok estes não são mais avistados, mas temos uma abundância de cacatuas, "honeyeaters" e perus, igualmente desconhecidos em Bali ou em qualquer outra ilha a oeste. O estreito que separa as duas ilhas tem 24 km de largura, desta forma, podemos passar em duas horas de uma grande divisão de terra para a outra, no entanto, a vida animal difere tanto quanto a Europa difere da América.

Wallace mostrou que essas surpreendentes diferenças biológicas não podiam ser explicadas pelo clima ou geologia, porque nestes aspectos Bali e Lombok eram essencialmente idênticas.

Wallace percebeu que baseado na distribuição das espécies de plantas e animais podia traçar uma linha através do Arquipélago Malaio dividindo-o em duas metades distintas. Ele concluiu corretamente que essas diferenças dramáticas na flora e fauna estavam relacionadas com a profundidade do canal que separava Bali e Lombok. Esse canal é tão profundo que permaneceu como uma barreira para o movimento de animais terrestres mesmo durante as glaciações do Pleistoceno, quando o nível do mar caiu mais de 100 metros e Java e outras ilhas à oeste conectaram-se com o continente asiático (**Figura 34.7**).

Com esses critérios, Wallace estabeleceu a base conceitual da **biogeografia**, o estudo científico dos padrões de distribuição das populações, espécies e comunidades ecológicas através da Terra. Ele notou que a história geológica de uma região influencia profundamente os tipos de seres vivos nela encontrados. Hoje, chamamos a linha que ele traçou através do Arquipélago Malaio de "linha de Wallace".

A flora, a fauna e os microorganismos de diferentes partes do mundo – isto é, sua biota – diferem o suficiente para nos permitir dividir a Terra em várias **regiões biogeográficas** principais (**Figura 34.8**). As regiões biogeográficas baseiam-se nas semelhanças taxonômicas entre seres que nelas vivem. Seus limites são colocados onde a composição das espécies muda dramaticamente em curtas distâncias. A linha de Wallace, por exemplo, separa o Arquipélago Malaio em duas diferentes regiões biogeográficas. As biotas das regiões biogeográficas diferem porque oceanos, montanhas, desertos e outras barreiras restringem a dispersão de espécies entre elas. Embora os seres vivos dispersem entre regiões biogeográficas adjacentes, essas trocas não são suficientemente frequentes ou maciças para eliminar as diferenças marcantes que resultaram da especiação e extinção em cada uma das regiões. A maioria das espécies encontra-se confinada a uma única região biogeográfica.

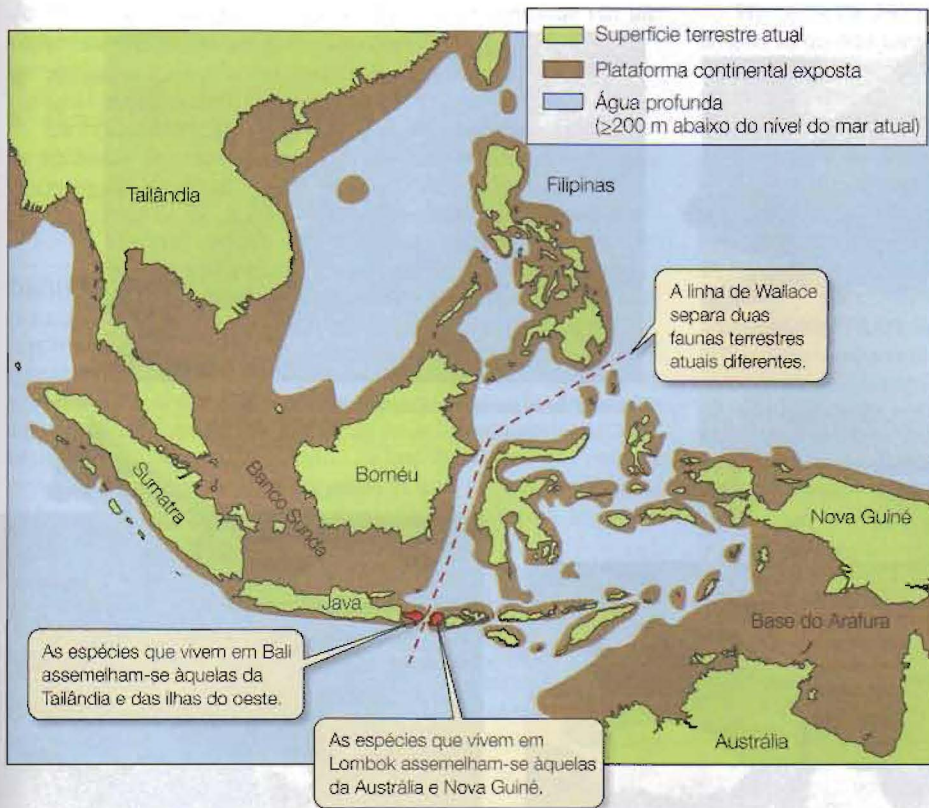


Figura 34.7 O Arquipélago Malaio durante o máximo glacial mais recente A linha de Wallace, que divide duas regiões geográficas distintas, corresponde ao canal de águas profundas entre as ilhas de Bali e Lombok. Este canal é suficientemente profundo para ter bloqueado o movimento de seres vivos terrestres mesmo durante as glaciações do Pleistoceno, quando o nível do mar era 100 metros mais baixo do que hoje.

Atualmente a espécie animal terrestre com maior distribuição geográfica é o *Homo sapiens*, mas também algumas poucas espécies de aves – por exemplo, a garça-branca-grande, a águia-pescadora, o falcão-peregrino e a coruja-da-igreja – são encontradas em todos os continentes, exceto na Antártica.

As espécies encontradas somente em uma determinada região chamam-se **endêmicas**, para esta região. Ilhas isoladas apresentam biotas endêmicas particulares porque a barreira de água restringe fortemente a imigração. Por exemplo, praticamente todas as espécies de plantas vasculares e vertebrados de Madagascar, uma grande ilha próxima à costa leste da África, são endêmicas desta ilha (Figura 34.9). Madagascar, sozinha, poderia ser considerada uma região biogeográfica. Contudo, como inúmeras ilhas seriam classificadas como regiões biogeográficas devido à distinção de suas biotas, as ilhas não são qualificadas como regiões biogeográficas.

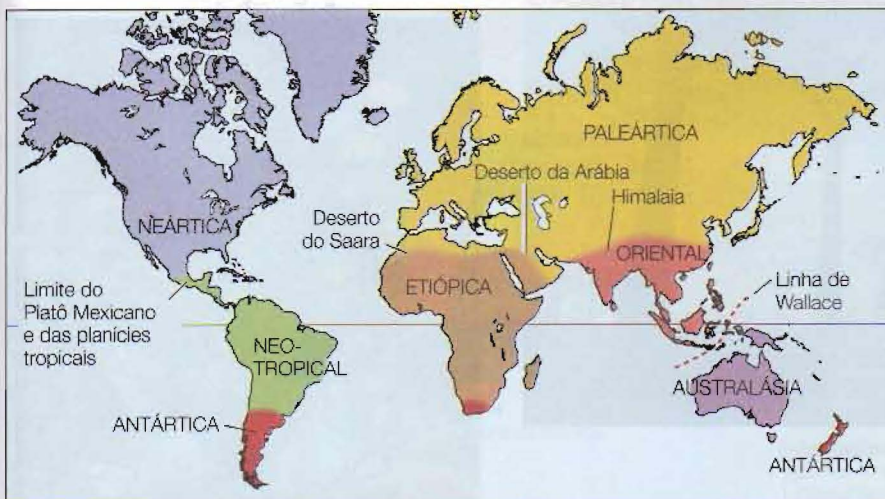


Figura 34.8 Principais regiões biogeográficas As biotas das principais regiões biogeográficas da Terra diferem muito. Estas regiões são separadas por barreiras topográficas, climáticas ou aquáticas que dificultam a dispersão e geram biotas muito diferentes.

Três avanços científicos mudaram o campo da biogeografia

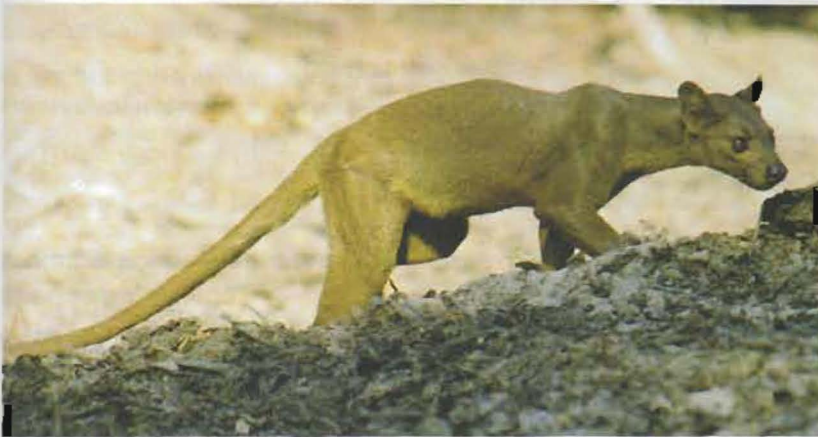
Por muitas décadas após os biogeógrafos determinarem que as biotas das principais regiões biogeográficas eram muito diferentes entre si, eles concentraram seus esforços para reunir informações sobre a distribuição das espécies. Eles especularam sobre as causas dos padrões de distribuição encontrados, mas o campo permaneceu principalmente descritivo. Os biogeógrafos tiveram a idéia do estudo dos fósseis, o qual pode mostrar por quanto tempo um táxon esteve presente em uma área e se seus membros antigos viveram em áreas onde eles não se encontram mais. Todavia, para isto, foram necessários três avanços científicos no final



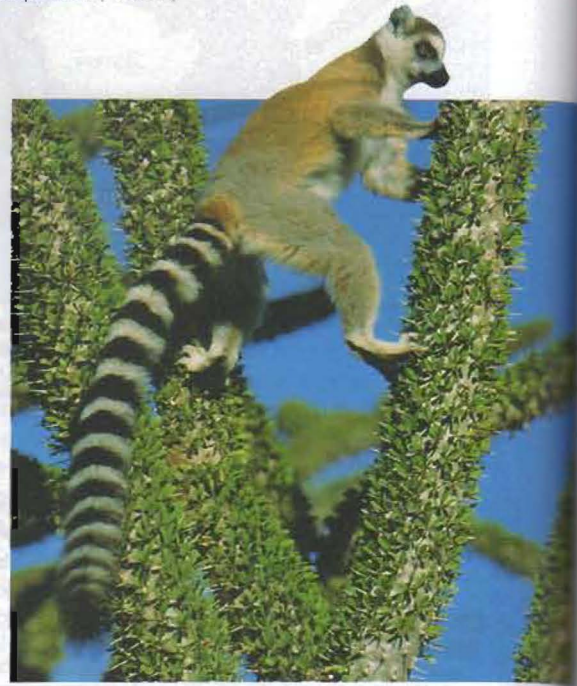
Chamaeleo parsonii (camaleão)



Hemicentetes semispinosus ("tenrec")



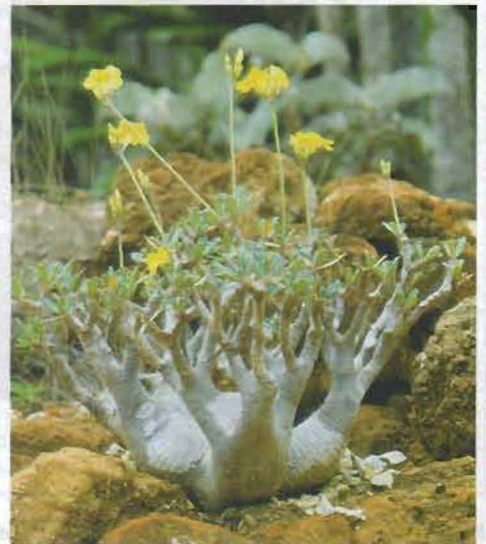
Cryptoprocta ferox (fossa)



Lemur catta (lêmure de cauda anelada) subindo em *Alluaudia procera* ("Madagascar ocotillo")



Adansonia grandidiieri (baobá gigante)



Pachypodium rosulatum (pé-de-elefante)

Figura 34.9 Madagascar é rica em espécies endêmicas
A maioria das espécies de plantas e vertebrados encontrada na ilha de Madagascar não ocorre em nenhum outro lugar da Terra.

do século XX para que a biogeografia se transformasse em um campo dinâmico e multidisciplinar como hoje conhecemos.

- A aceitação da teoria da *deriva continental*.
- O desenvolvimento da *taxonomia filogenética*.
- O desenvolvimento da teoria da *biogeografia de ilhas*.

Vamos ver como cada um desses avanços contribuiu para o desenvolvimento da biogeografia.

DERIVA CONTINENTAL Antes da metade do século XIX, a maioria das pessoas acreditava que a Terra era jovem e pouco tinha mudado ao longo do tempo. Carolus Linnaeus, o naturalista que iniciou a classificação das espécies há cerca de 250 anos atrás, acreditava que todos os seres vivos tinham sido criados em um local (o qual ele chamou de Paraíso) de onde haviam posteriormente dispersado. Na verdade, devido ao fato da maioria das pessoas acreditarem que os continentes estavam fixos em suas posições, a única maneira de se explicar as atuais distribuições era a invocação de dispersões em massa.

A noção de que os continentes poderiam ter se movido não foi seriamente considerada até 1912, quando Alfred Wegener lançou o conceito da deriva continental, propondo que os continentes teriam mudado de posição ao longo do tempo. Quando Wegener propôs esta idéia, poucos cientistas o levaram a sério, mas conforme descrito na Seção 21.2, evidências geológicas e mecanismos plausíveis capazes de mover continentes foram eventualmente descobertos.

Há cerca de 280 milhões de anos, os continentes estavam unidos formando uma única massa de terra, Pangéia (ver Figura 21.15). Os continentes nesta época começaram a se separar, mas no período Triássico (cerca de 245 milhões de anos atrás), quando ainda estavam muito próximos uns dos outros, muitos grupos de seres vivos terrestres e de água doce, tais como insetos, peixes de água doce, sapos e plantas vasculares, já tinham evoluído. Os ancestrais de alguns seres vivos que hoje vivem em continentes muito distantes estavam provavelmente presentes nessas massas de terra quando elas faziam parte da Pangéia.

TAXONOMIA FILOGENÉTICA Segundo discutido no Capítulo 25, os taxonomistas têm desenvolvido métodos poderosos para reconstruir as relações filogenéticas entre as espécies. Os biogeógrafos adaptaram esses métodos para ajudar a responder questões biogeográficas. Os biogeógrafos podem transformar árvores filogenéticas em **filogenias de área** substituindo os nomes dos táxons na árvore pelos nomes dos locais onde estes táxons vivem ou viveram. Por exemplo, sabemos, através de registros fósseis, que os primeiros ancestrais dos cavalos desenvolveram-se na América do Norte, mas uma filogenia de área dos cavalos torna possível seguir sua evolução e dispersão muito além disso. Ela sugere que os ancestrais dos cavalos atuais dispersaram da América do Norte para a Ásia, e, então, da Ásia para a África. Além disso, sugere que a especiação das zebras ocorreu inteiramente na África (Figura 34.10).

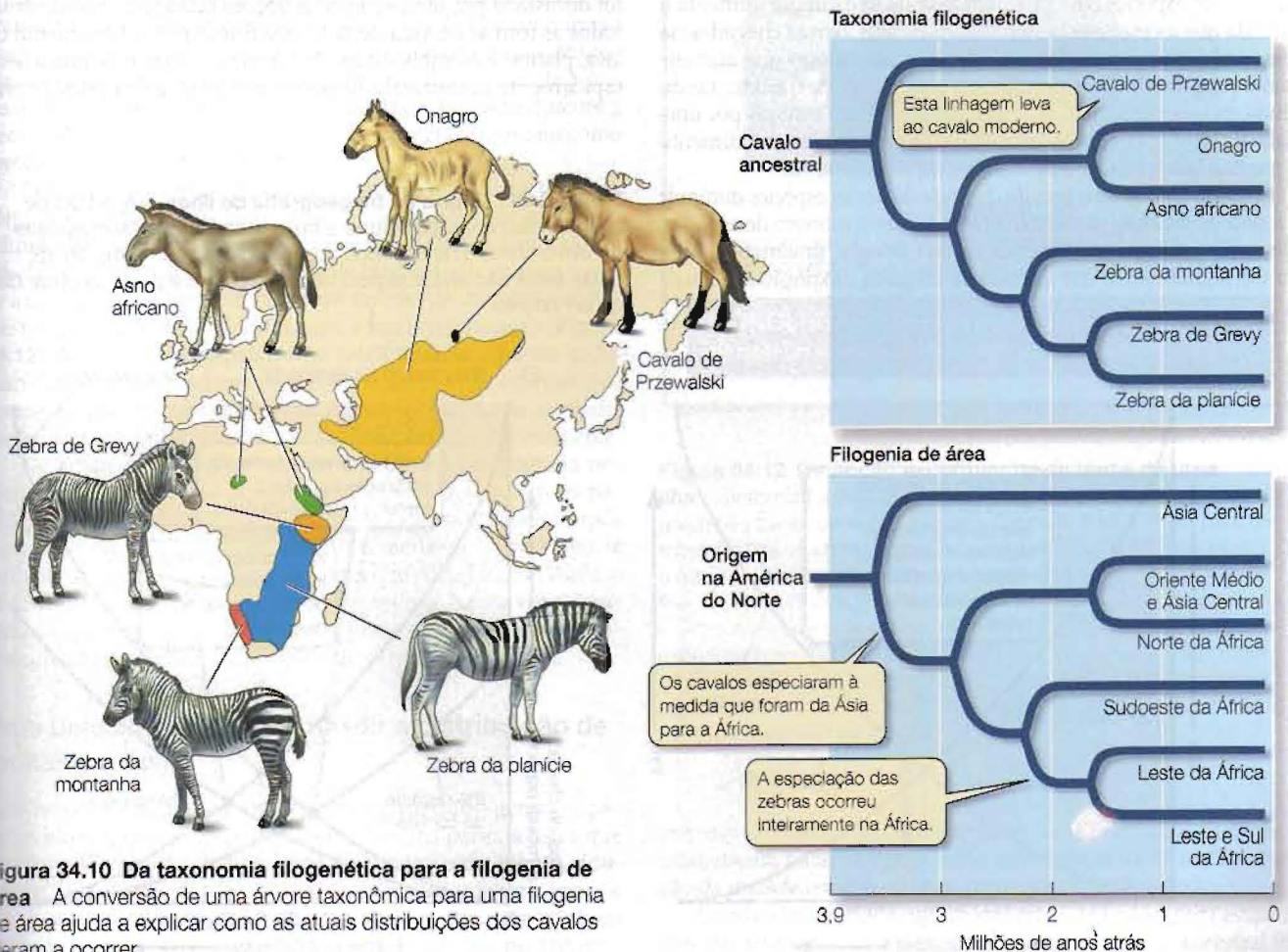


Figura 34.10 Da taxonomia filogenética para a filogenia de área A conversão de uma árvore taxonômica para uma filogenia de área ajuda a explicar como as atuais distribuições dos cavalos vieram a ocorrer.

BIOGEOGRAFIA DE ILHAS Robert MacArthur e Edward O. Wilson desenvolveram a teoria da **biogeografia de ilhas** para ajudar a explicar porque as ilhas oceânicas sempre possuem menos espécies do que uma área continental de tamanho equivalente. Eles fundamentaram sua teoria em apenas dois processos: a imigração de novas espécies para uma ilha e a extinção das espécies já existentes nesta ilha. Eles exibiram o desdobramento desses dois processos sobre períodos de apenas poucas centenas de anos ou menos, durante os quais eles assumiram que não ocorreu nenhuma especiação.

Imagine uma ilha oceânica recentemente formada que recebe colonizadores de uma área no continente. A lista de espécies do continente que poderia possivelmente colonizar a ilha constitui o **conjunto ("pool") de espécies**. Os primeiros colonizadores a chegarem na ilha são todas espécies "novas" porque inicialmente não havia nenhuma espécie lá. À medida que o seu número na ilha aumenta, uma maior fração de indivíduos colonizadores pertencerá a espécies já presentes. Por conseguinte, mesmo que um número igual de espécies continue chegando, a taxa de chegada de novas espécies diminuirá, até que atingirá zero quando a ilha contiver todas as espécies do conjunto de espécies do continente.

Agora considere as taxas de extinção. Primeiro, existirá apenas um pequeno número de espécies na ilha e suas populações poderão aumentar. À medida que chegarem mais espécies e que suas populações aumentarem, os recursos da ilha serão divididos entre mais espécies. Daí, o tamanho médio da população de cada espécie se tornará menor à medida que o número de espécies aumenta. Quanto menor for uma população, maior será sua probabilidade de se tornar extinta (ver Seção 36.4). Além disso, o número de espécies com probabilidade de se extinguir aumenta à medida que as espécies se acumulam na ilha. Novas chegadas na ilha também podem incluir patógenos e predadores que aumentam a probabilidade de extinção de outras espécies, aumentando ainda mais o número de espécies que se tornam extintas por unidade de tempo. Por todas essas razões, a taxa de extinção aumenta à medida que o número de espécies na ilha aumenta.

Devido ao fato de a taxa de chegada de novas espécies diminuir e a taxa de extinção aumentar à medida que o número de espécies eleva-se, o número de espécies na ilha deveria, finalmente, atingir um equilíbrio em que as taxas de chegada e extinção são iguais

(Figura 34.11A). Se existirem mais espécies do que o número de equilíbrio, as extinções deveriam exceder as chegadas, e a riqueza de espécies deveria declinar. Se existirem menos espécies do que o número de equilíbrio, as chegadas deveriam exceder as extinções, e a riqueza de espécies deveria aumentar. O equilíbrio é dinâmico porque se qualquer dessas taxas flutuar, como geralmente ocorre, o número de equilíbrio de espécies varia para cima e para baixo.

O modelo de MacArthur e Wilson pode também ser utilizado para prever como a riqueza de espécies deveria diferir entre ilhas de diferentes tamanhos e distâncias do continente. Esperamos taxas de extinção maiores em ilhas pequenas do que em ilhas grandes porque as populações das espécies são, em média, menores nas ilhas pequenas. De maneira semelhante, esperamos que menos imigrantes alcancem as ilhas mais distantes. A Figura 34.11B mostra o número relativo de espécies hipotéticas para ilhas de diferentes tamanhos e distâncias do continente. Conforme podemos ver, o número de espécies deveria ser maior em ilhas relativamente grandes e próximas do continente (como Madagascar). Estes princípios podem aplicar-se não apenas para ilhas oceânicas, mas também para "ilhas de habitats" em paisagens terrestres, como veremos na Seção 39.2.

A mais importante contribuição da teoria da biogeografia de ilhas consistiu em demonstrar que a biogeografia poderia, na realidade, ter um componente experimental. As taxas de imigração e extinção podem ser medidas e, algumas vezes, manipuladas para testar hipóteses. Além disso, grandes perturbações, que servem como "experimentos naturais", às vezes permitem aos cientistas estimar as taxas de colonização e extinção. Em agosto de 1883, Krakatoa, uma ilha no Estreito de Sunda entre Sumatra e Java, foi devastada por uma série de erupções vulcânicas que destruiu todas as formas de vida de sua superfície. Após o esfriamento da lava, plantas e animais vindos de Sumatra a oeste e de Java a leste rapidamente colonizaram Krakatoa. Em 1933, a ilha estava nova-

Figura 34.11 Teoria da biogeografia de ilhas (A) A taxa de chegada de novas espécies e a taxa de extinção presentes determinam o número de equilíbrio das espécies em uma ilha (S). (B) Estas taxas são afetadas pelo tamanho da ilha e pela sua distância do continente.

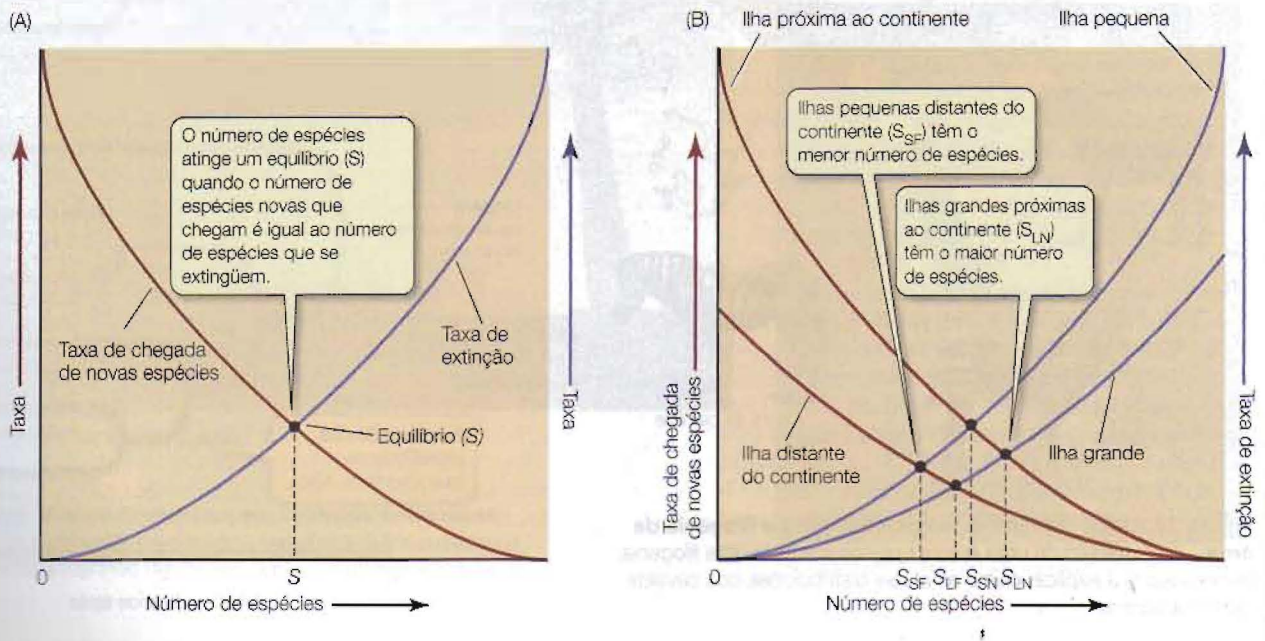


TABELA 34.1 Número de espécies de aves terrestres residentes em Krakatoa

PERÍODO	NÚMERO DE ESPÉCIES	EXTINÇÕES	COLONIZAÇÕES
1908	13		
1908 a 1919		2	17
1919 a 1921	28		
1921 a 1933		3	4
1933 a 1934	29		
1934 a 1951		3	7
1951	33		
1952 a 1984		4	7
1984 a 1996	36		

mente coberta por uma floresta tropical perenifólia e eram encontradas lá 271 espécies de plantas e 27 espécies de aves terrestres residentes.

Durante a década de 1920, quando a copa da floresta estava se formando em Krakatoa, aves e plantas colonizaram a ilha em altas taxas (Tabela 34.1). As aves provavelmente trouxeram as sementes de muitas plantas, pois entre 1908 e 1934 foram observados grandes aumentos na porcentagem (de 20% a 25%) e no número absoluto (de 21 a 54) de espécies vegetais com sementes ornitócoricas (dispersas por aves). Hoje, o número de espécies de plantas e aves não está aumentando tão rapidamente como durante a década de 1920, mas as colonizações e extinções continuam como previsto pela teoria da biogeografia de ilhas.

Experimentos também podem ser conduzidos para testar os componentes da teoria. Para testar a hipótese de que existe um número de equilíbrio de espécies em ilhas, Daniel Simberloff e Edward O. Wilson, da Universidade de Harvard, eliminaram todos os animais de pequenas ilhotas com árvores de mangue-vermelho na "Florida Keys" e monitoraram a sua recolonização (Figura 34.12). As ilhas foram rapidamente recolonizadas, e no fim todas mantiveram aproximadamente o mesmo número de espécies que apresentavam antes da eliminação. Além disso, a taxa de recolonização mais lenta observou-se na ilha mais afastada do continente.

No entanto, o papel da experimentação na biogeografia necessariamente limita-se porque os processos que guiam os padrões biogeográficos são completamente expressos somente após longos períodos de tempo, geralmente estendendo-se ao longo de milhões de anos. Os padrões marcantes que Alfred Russel Wallace observou tiveram sua origem há muito tempo. Agora, consideraremos alguns dos processos de longo prazo que resultam no reconhecimento de regiões biogeográficas.

Uma única barreira pode dividir a distribuição de muitas espécies

Dois processos principais – vicariância e dispersão – geram os padrões biogeográficos. O aparecimento de uma barreira física que separa a distribuição de uma espécie chama-se de **evento vicariante**. Um evento vicariante divide a população de uma espécie em duas ou mais populações descontínuas, mesmo que nenhum indivíduo tenha dispersado para novas áreas. Se, no entanto,

EXPERIMENTO

HIPÓTESE: Ilhas cuja fauna foi completamente removida serão rapidamente recolonizadas e alcançarão aproximadamente o mesmo número de espécies que apresentavam antes da remoção da fauna.

MÉTODO

Construir um andaime e uma tenda para envolver a ilha. Fumigar a pequena ilha com uma substância química (brometo de metila) que mata os artrópodos, mas não danifica as plantas. Monitoramento periódico da recolonização e extinção dos artrópodos na ilha.



RESULTADOS

A recolonização foi rápida, as taxas de reposição altas e a taxa de recolonização mais baixa na ilha mais distante do continente.

CONCLUSÃO: Uma ilha pode suportar um determinado número de equilíbrio de espécies.

Figura 34.12 Remoção experimental da fauna de uma ilha Simberloff e Wilson cercaram várias ilhas pequenas com andaimes para que eles pudessem cobri-las e fumigá-las para remover todos os artrópodos. Os pesquisadores, então, contaram e monitoraram os artrópodos enquanto eles recolonizavam cada ilha. **PESQUISA ADICIONAL:** Embora os resultados de Wilson e Simberloff para este experimento tenham sido significativos, o experimento durou apenas um curto período de tempo e poucos artrópodos foram considerados. Que experimentos você poderia conduzir para avaliar algumas das previsões de longo prazo da teoria da biogeografia de ilhas?

membros de uma espécie ultrapassam uma barreira já existente e estabelecem uma nova população, a descontinuidade da distribuição da espécie considera-se como resultado da dispersão.

Estudando um clado, um biogeógrafo pode descobrir evidências que sugerem que a distribuição de uma espécie ancestral foi

influenciada por um evento vicariante, como a alteração do nível do mar ou o soerguimento de montanhas (ver Figura 23.3). Se essa inferência estiver correta, é razoável assumir que outras espécies ancestrais teriam sido afetadas pelo mesmo evento e que padrões de distribuição semelhantes seriam encontrados para outros clados. Diferenças nos padrões de distribuição entre clados podem indicar que eles apresentaram diferentes respostas aos mesmos eventos vicariantes, que eles divergiram em diferentes períodos ou que tiveram histórias de dispersão muito diferentes. Ao analisar tais semelhanças e diferenças os biogeógrafos procuram descobrir os papéis relativos dos eventos vicariantes e da dispersão na determinação dos padrões atuais de distribuição.

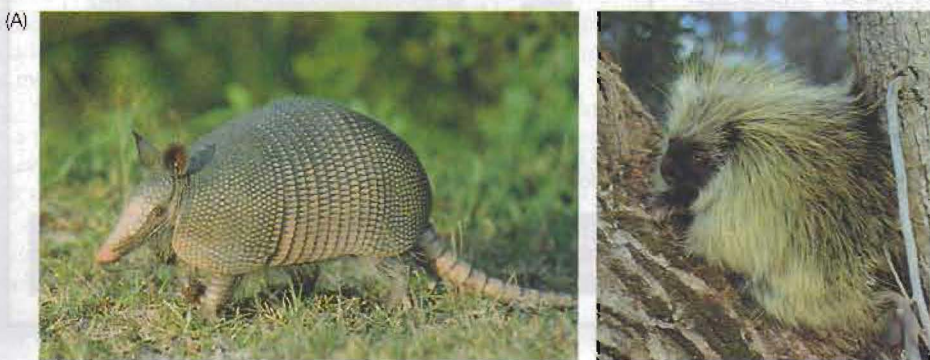
O intercâmbio biótico segue a fusão de porções de terra

Quando porções de terra anteriormente separadas se unem, como pode acontecer através das alterações do nível do mar ou deriva continental, duas biotas diferentes podem se fundir. Muitas espécies de ambas as biotas estão aptas a dispersar na região que não haviam habitado anteriormente. Esse fenômeno chama-se **intercâmbio biótico**. Tal colonização em massa de novas áreas por mamíferos ocorreu quando a ponte de terra da América Central formou-se há aproximadamente quatro milhões de anos. Essa ponte de terra conectou as Américas do Norte e do Sul pela primeira vez em um período de cerca de 65 milhões de anos. Enquanto os dois continentes estavam separados, seus mamíferos evoluíram independentemente, porque mamíferos terrestres (com exceção dos morcegos)

são maus dispersores através de barreiras aquáticas. A América do Sul desenvolveu uma fauna de mamíferos diferenciada dominada por marsupiais, primatas e edentados (tatus, preguiças, preguiças terrestres e tamanduás) e roedores caviomorfos (porcos-espinhos, capivaras, pacas, cutias, porquinhos-da-índia e chinchilas).

Muitas espécies de mamíferos dispersaram pela ponte de terra recentemente estabelecida. Somente umas poucas espécies sul-americanas – o porco-espinho, o tatu-galinha e o gambá-da-Virgínia – estabeleceram-se ao norte das florestas tropicais do México (Figura 34.13A). No entanto, muitos mamíferos norte-americanos – coelhos, camundongos, raposas, ursos, mãos-pe-ladas, doninhas, gatos, antas, queixadas e veados – colonizaram com sucesso a América do Sul. A invasão da América do Norte aparentemente resultou na extinção de vários tipos de grandes marsupiais carnívoros e de grandes herbívoros que eram suas presas. Subseqüentemente, os invasores provenientes do norte originaram novas espécies que, atualmente, existem somente na América do Sul (Figura 34.13B).

A troca de mamíferos entre as Américas do Norte e do Sul não eliminou as diferenças entre a fauna de mamíferos dos dois continentes. Os norte-americanos que visitam a América do Sul apreciam observar a rica variedade de mamíferos que são estranhos a eles, a maioria dos quais é endêmica da América do Sul ou penetrou apenas uma curta distância pela América Central. Contudo, sem conhecer a história de longo prazo da região, nós não estaríamos atentos às muitas recentes extinções de espécies sul-americanas, nem poderíamos saber quais das espécies hoje existentes chegaram recentemente.



Dasypus novemcinctus

Erethizon dorsatum

Figura 34.13 A fauna de mamíferos

trocada entre a América do Norte e do Sul (A) O tatu-galinha e o porco-espinho estão entre as poucas espécies da América do Sul que colonizaram a América do Norte. (B) Algumas das espécies que atualmente existem apenas na América do Sul descendem de ancestrais que migraram da América do Norte, incluindo a raposa-da-Patagônia, o "chacoan peccary" (um porco-do-mato) e a vicunha (um membro da família dos camelos).



Pseudalopex griseus

Catagonus wagneri

Vicugna vicugna

A vicariância e a dispersão influenciam a maioria dos padrões biogeográficos

Se tanto a vicariância quanto a dispersão influenciam os padrões de distribuição, como podemos determinar sua importância relativa em casos particulares? Quando várias hipóteses podem explicar um padrão, os cientistas normalmente preferem a mais parcimoniosa – aquela que requer o menor número de eventos para explicá-lo. Vimos na Seção 25.2 como o princípio da parcimônia utiliza-se na reconstrução de filogenias. Para ver como ele se aplica à biogeografia, considere a distribuição do gorgulho não-voador (*flightless weevil*) *Lyperobius huttoni* da Nova Zelândia, uma espécie que se encontra nas montanhas da Ilha do Sul (“South Island”) e em penhascos marinhos do extremo sudoeste da Ilha do Norte (“North Island”) (Figura 34.14). Se você conhecesse apenas sua atual distribuição e as atuais posições das duas ilhas, poderia supor que, embora este gorgulho não possa voar, ele teria dado algum jeito de atravessar o Estreito de Cook (*Cook Strait*), o corpo d’água de 25 km que separa as duas ilhas.

Mais de 60 outras espécies de animais e plantas, contudo, incluindo outras espécies de insetos não-voadores, vivem em ambos os lados do Estreito de Cook. Embora os indivíduos atravessem barreiras físicas, é improvável que todas essas espécies tenham feito a mesma travessia do oceano. De fato, não precisamos fazer esta suposição. A evidência geológica indica que a atual ponta sudoeste da Ilha do Norte esteve anteriormente unida à Ilha do Sul. Por conseguinte, nenhuma das 60 espécies precisa ter cruzado o mar. Um único evento vicariante – a separação da ponta norte da Ilha do Sul do resto da ilha pelo Estreito de Cook recentemente formado – poderia ter separado todas as distribuições.

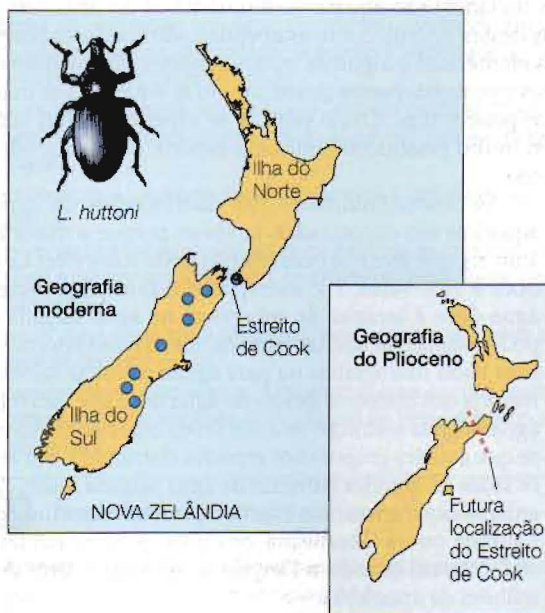


Figura 34.14 A explicação de uma distribuição vicariante. Os círculos azuis indicam a atual distribuição do gorgulho *Lyperobius huttoni*. Uma comparação da atual geografia da Nova Zelândia com aquela do Plioceno, quando a parte meridional da Ilha do Norte de hoje fazia parte da Ilha do Sul, sugere que um evento vicariante – uma divisão física separando populações – explica esta distribuição.

34.4 RECAPITULAÇÃO

As regiões biogeográficas baseiam-se nas semelhanças taxonômicas dos organismos que nelas vivem. As biotas das regiões biogeográficas diferem porque barreiras restringem a dispersão e a troca de espécies entre elas.

- O que determina os limites das principais regiões biogeográficas da Terra? Ver p. 760 e Figura 34.8.
- Você entende como os conceitos de deriva continental, taxonomia filogenética e biogeografia de ilhas têm transformado e fortalecido a área da biogeografia? Ver p. 763-765.
- Como a vicariância e a dispersão interagem para gerar os principais padrões biogeográficos? Ver p. 765-767.

Agora que vimos como as espécies distribuem-se pelos ambientes terrestres da Terra, vamos dar uma olhada nos outros $\frac{3}{4}$ do planeta – o mundo aquático.

34.5 Como a vida está distribuída nos ambientes aquáticos?

A maioria dos ambientes aquáticos da Terra são mares e oceanos de água salgada. No entanto, a pequena porcentagem do mundo das águas constituída por lagos, rios, açudes e riachos hospeda um número significativo de ecossistemas e espécies.

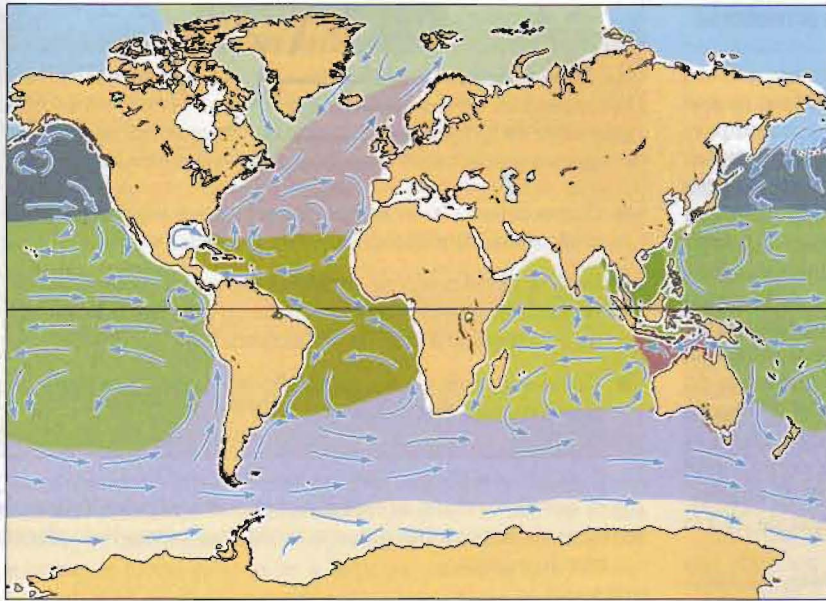
As correntes criam regiões biogeográficas nos oceanos

Os oceanos da Terra formam uma grande massa de água interconectada e interrompida apenas parcialmente pelos continentes. Por essa razão, não esperaríamos encontrar regiões biogeográficas nos oceanos, mas estaríamos errados. As correntes geram descontinuidades físicas e biológicas marcantes, dividindo os oceanos em regiões distintas.

A Figura 34.4 representou os principais padrões circulares das correntes oceânicas mundiais. Mesmo os seres vivos com limitada habilidade para a natação podem viajar longas distâncias simplesmente flutuando com as correntes marinhas. Contudo, a maioria das espécies marinhas tem distribuição restrita. Por que isto é verdadeiro?

Os oceanos podem estar conectados, mas a temperatura e a salinidade da água e a disponibilidade de alimento variam espacialmente. Sobreviver sob essas condições variadas requer diferentes tolerâncias fisiológicas e atributos morfológicos. Mudanças na temperatura da água, por exemplo, podem ser barreiras para a dispersão porque muitos organismos marinhos funcionam bem em uma variação de temperatura relativamente estreita. As principais divisões biogeográficas do oceano coincidem com as regiões onde a temperatura e a salinidade da superfície da água variam de maneira abrupta como resultado das correntes horizontal e vertical (Figura 34.15).

A produção primária de alimento pela fotossíntese também varia através dos oceanos. Variações de temperatura combinadas com mudanças sazonais na quantidade de luz do sol determinam as estações de máxima fotossíntese. Diferentes espécies de algas marinhas fotossintetizam no verão ou no inverno, mas não em ambas as estações. Manguezais crescem em estuários nas regiões tropicais, corais geram estruturas complexas ao redor de ilhas tro-



- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| Pacífica polar | Vento alísio do Oceano Índico |
| Vento ocidental do Pacífico | Costa ocidental do Pacífico |
| Vento alísio do Pacífico | Indonésia costeira |
| Atlântica polar | Vento ocidental do Antártico |
| Vento ocidental do Atlântico | Antártico polar |
| Vento alísio do Atlântico | |

picais e algas formam canteiros ao longo de muitas costas. Todavia, acima de tudo, na maioria dos oceanos, onde os fotossintetizantes dominantes são organismos unicelulares, a temperatura e a salinidade da água juntamente com as correntes determinam o ambiente físico ao qual os organismos precisam se adaptar.

As águas oceânicas de profundidade constituem barreiras à dispersão de organismos marinhos que vivem somente em águas rasas. A distância que as correntes oceânicas carregam ovos e larvas de muitas espécies marinhas determina-se em grande parte pelo tempo que leva para uma larva se metamorfosear em um adulto sedentário. Relativamente poucas espécies têm ovos e lar-

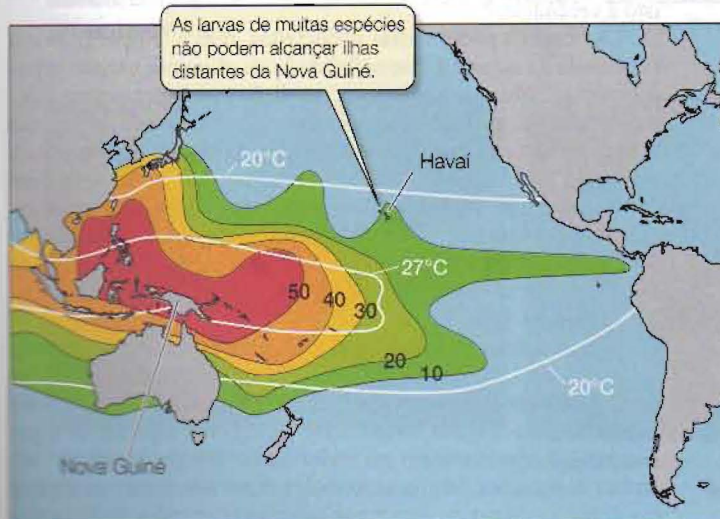


Figura 34.15 As regiões biogeográficas oceânicas são determinadas pelas correntes oceânicas As setas representam as correntes oceânicas. As diferentes regiões biogeográficas, nas quais a fotossíntese é maximizada em diferentes estações, são indicadas por cores diferentes.

vas que sobrevivem por um tempo suficientemente longo para dispersar através de extensas áreas de água profunda. Como resultado, a riqueza de espécies de águas rasas nas zonas entremarés e infralitoral de ilhas isoladas no Oceano Pacífico diminui com o aumento da distância até a Nova Guiné (Figura 34.16).

Ambientes de água doce podem ser ricos em espécies

Ao contrário dos oceanos, os ambientes de água doce estão divididos nas bacias dos rios e em milhares de lagos relativamente isolados. Embora apenas cerca de 2,5% da água da Terra seja encontrada em açudes, lagos e rios, cerca de 10% de todas as espécies aquáticas vivem nestes ecossistemas de água doce. Proeminente entre os táxons de água doce encontram-se as mais de 25 mil espécies de insetos que têm pelo menos um estágio aquático em seu ciclo de vida. Muitos desses insetos são capazes de dispersar através de barreiras terrestres e são encontrados em vários continentes. Normalmente, ovos e formas jovens (náiades) são aquáticos; enquanto os adultos têm asas. Alguns destes insetos, como as libélulas, são voadores potentes, mas as efeméridas e algumas outras espécies são voadores ineficientes que rapidamente dessecam no ar e não vivem mais do que uns poucos dias. Como seria de se esperar, as ilhas oceânicas têm muito poucas ou nenhuma espécie destes ineficientes voadores.

As discontinuidades nas distribuições de espécies aquáticas são encontradas, também, porque a maioria dos animais que vive nos oceanos não pode sobreviver na água doce e vice-versa. Por exemplo, a maioria dos peixes de água doce é incapaz de sobreviver na água salgada. Eles podem dispersar apenas entre os rios e lagos conectados de uma bacia hidrográfica ou para águas costeiras salobras. A maioria dos clados de peixes de água doce que não tolera a água salgada restringe-se a um único continente. Acredita-se que aqueles grupos com espécies distribuídas em ambos os lados de grandes barreiras de água salgada sejam clados antigos cujos ancestrais eram amplamente distribuídos na Laurásia ou na Gondwana, os dois supercontinentes que se formaram quando a Pangéia se separou à cerca de 250 milhões de anos atrás.

Figura 34.16 A riqueza de gêneros de corais dos recifes declina com a distância da Nova Guiné As zonas coloridas representam áreas com o mesmo número de gêneros. As temperaturas médias anuais isotermas de 20°C e 27°C também são mostradas.

34.5 RECAPITULAÇÃO

Apesar de estarem conectados, os oceanos dividem-se em regiões distintas por correntes que geram descontinuidades físicas e biológicas marcantes. As águas doces, por outro lado, dividem-se em bacias hidrográficas e milhares de lagos relativamente isolados.

- Por que as principais divisões biogeográficas dos oceanos coincidem com as regiões onde a temperatura e a salinidade da água superficial variam de maneira abrupta? Ver p. 767 e Figura 34.15.
- Como as espécies que vivem na água doce dispersam entre as bacias hidrográficas? Ver p. 768.

Agora que descrevemos como o ambiente físico influencia a distribuição das espécies e ecossistemas da Terra, estamos prontos para investigar os detalhes das interações entre as espécies e os seus ambientes. No Capítulo 35, consideraremos o comportamento dos indivíduos e as escolhas que eles fazem para se tornar aptos para sobreviver e se reproduzir em seus ambientes. No Capítulo 36, estudaremos a dinâmica das populações. No Capítulo 37, discutiremos como as populações de diferentes espécies interagem e como estas interações influenciam as comunidades ecológicas. Os últimos dois capítulos do livro recordam os padrões ecológicos globais e enfatizam a importância da ecologia tanto para a humanidade quanto para o nosso planeta como um todo.

RESUMO DO CAPÍTULO

34.1 O que é ecologia?

A **ecologia** é o campo da ciência que investiga as interações entre os seres vivos e entre estes e o ambiente físico.

O **ambiente** de um ser vivo engloba tanto os fatores **abióticos** (físicos e químicos) quanto os fatores **bióticos** (outros seres vivos).

Os ecólogos estudam as interações em vários níveis, desde as interações de um indivíduo com outros membros de sua própria espécie até o funcionamento das **comunidades**, **ecossistemas** e de toda a **biosfera**.

34.2 Como os climas estão distribuídos na Terra?

O **clima** de uma região consiste na média das condições atmosféricas (temperatura, precipitação e direção e velocidade do vento) encontradas ao longo do tempo.

A taxa na qual a energia solar atinge a Terra por unidade de superfície depende principalmente do ângulo no qual ela atinge o planeta.

A temperatura do ar média anual diminui com a latitude e com a altitude.

Os padrões globais de circulação do ar induzem as correntes oceânicas e influenciam fortemente os climas da Terra. Rever Figuras 34.2 e 34.4.

Os seres vivos respondem comportamentalmente a variações ambientais de curto prazo.

As características morfológicas e fisiológicas evoluem nos seres vivos como uma resposta às mudanças de longo prazo no ambiente físico.

34.3 O que é um bioma?

Os **biomas** são grandes unidades classificadas pela estrutura da vegetação dominante. Rever Figura 34.5.

Muitos biomas são reconhecidos, incluindo a **tundra** ártica e alpina, a **floresta boreal**, a **floresta temperada perenifolia**, a **floresta temperada decídua**, a **pradaria temperada**, os **desertos, frio e quente**, o **chaparral**, a **caatinga**, a **savana tropical**, a **floresta tropical decídua** e a **floresta tropical perenifolia**.

A distribuição dos biomas determina-se principalmente pelo clima, mas outros fatores, como a fertilidade do solo e o fogo, também influenciam os padrões de vegetação.

34.4 O que é uma região biogeográfica?

A **biogeografia** consiste no estudo científico dos padrões de distribuição das populações, espécies e comunidades ecológicas. As **regiões biogeográficas** baseiam-se nas semelhanças taxonômicas dos organismos que nelas vivem. Rever Figura 34.8.

As espécies que se encontram somente em uma determinada região são **endêmicas** desta área.

Três avanços científicos tiveram um papel importante para explicar a distribuição das espécies: o entendimento da deriva continental, o desenvolvimento da taxonomia filogenética e a teoria da biogeografia de ilhas.

As **filogenias de área** são árvores filogenéticas que mostram onde as espécies se originaram e onde vivem atualmente. Rever Figura 34.10.

A teoria da **biogeografia de ilhas** prediz um número de equilíbrio das espécies em uma ilha baseado nas taxas de imigração de novas espécies e de extinção das espécies existentes. Rever Figura 34.11.

Tanto os eventos vicariantes quanto a dispersão geram padrões biogeográficos. Quando massas de terra anteriormente separadas se unem, muitas espécies de ambas as biotas podem dispersar para a outra região – fenômeno conhecido como **intercâmbio biótico**.

34.5 Como a vida está distribuída nos ambientes aquáticos?

Os oceanos dividem-se em diferentes regiões biogeográficas por correntes que geram marcantes descontinuidades físicas e biológicas. As principais divisões biogeográficas dos oceanos coincidem com as regiões onde a temperatura e a salinidade da superfície da água variam de maneira abrupta. Rever Figura 34.15.

As águas doces dividem-se nas bacias hidrográficas e em milhares de lagos relativamente isolados. A maioria dos seres vivos que vive na água doce não pode sobreviver nos oceanos e vice-versa.

QUESTÕES

1. Os ecossistemas são compostos:
 - a. por todos os organismos que vivem em uma área.
 - b. por organismos que influenciam fortemente o ambiente dos outros organismos que vivem na área.
 - c. por todos os organismos que vivem em uma área mais o ambiente físico.
 - d. pela geologia, os solos e o clima de uma área.
 - e. diferentes ecossistemas têm diferentes componentes.
2. Um bioma é:
 - a. uma grande unidade ecológica baseada no hábito das plantas dominantes.
 - b. uma grande unidade ecológica baseada nas formas de vida dos animais dominantes.
 - c. uma grande unidade ecológica baseada no clima regional.
 - d. uma grande unidade ecológica baseada na topografia e no clima.
 - e. uma grande unidade ecológica baseada nos ciclos biogeoquímicos.
3. A taxa na qual a energia solar chega na Terra por unidade de área depende principalmente:
 - a. do ângulo dos raios do sol.
 - b. da umidade do ar.
 - c. da quantidade de nuvens.
 - d. da força dos ventos.
 - e. do comprimento do dia.
4. Quando uma região está em uma zona de convergência intertropical, esta região:
 - a. raramente apresenta ventos fortes.
 - b. está no meio da estação seca.
 - c. está no meio da estação chuvosa.
 - d. apresenta ventos freqüentemente fortes, que vêm de múltiplas direções.
 - e. apresenta dias cujo comprimento varia rapidamente.
5. A biogeografia como ciência começou quando:
 - a. os naturalistas do século XIX notaram, pela primeira vez, diferenças intercontinentais na distribuição das espécies.
 - b. os europeus foram para o Oriente Médio durante as Cruzadas.
 - c. foram desenvolvidos métodos filogenéticos.
 - d. o fenômeno da deriva continental foi aceito.
 - e. Charles Darwin propôs a teoria da seleção natural.
6. Eventos vicariantes:
 - a. são raros na natureza.
 - b. foram comuns no passado, mas atualmente são raros.
 - c. separam a distribuição de espécies na ausência de dispersão.
 - d. foram raros no passado, mas atualmente são comuns.
 - e. causaram a maioria das descontinuidades das distribuições atuais.
7. Regiões biogeográficas marinhas existem apesar dos oceanos estarem conectados porque:
 - a. a taxa de fotossíntese é baixa nos oceanos.
 - b. as correntes marinhas mantêm os seres vivos próximos do seu local de nascimento.
 - c. a maioria dos táxons de organismos marinhos evoluiu antes da separação dos oceanos pela deriva continental.
 - d. a temperatura e a salinidade da água variam de maneira abrupta onde as correntes oceânicas se encontram.
 - e. a circulação oceânica mostra-se muito baixa para carregar os organismos marinhos de um oceano para o outro.
8. Uma interpretação parcimoniosa do padrão de distribuição é aquela que:
 - a. requer o menor número de eventos vicariantes não-documentados.
 - b. requer o menor número de eventos de dispersão não-documentados.
 - c. requer o menor número total de eventos vicariantes e de dispersão não-documentados.
 - d. concorda com a filogenia de uma linhagem.
 - e. considera os centros de endemismo.
9. A única das principais regiões biogeográficas que hoje está completamente isolada por água de outras regiões biogeográficas é a:
 - a. Paleártica.
 - b. Etiópica.
 - c. Oriental.
 - d. Australásia.
 - e. Neotropical.
10. De acordo com a teoria da biogeografia de ilhas, o equilíbrio da riqueza de espécies é atingido quando:
 - a. as taxas de imigração de novas espécies e de extinção de espécies são iguais.
 - b. as taxas de imigração de todas as espécies e de extinção de espécies são iguais.
 - c. a taxa de eventos vicariantes é igual à taxa de dispersão.
 - d. a taxa de formação de ilhas é igual à taxa de perda de ilhas.
 - e. não existe o número de equilíbrio das espécies.