

Comunidades e populações

Jeff Rotman/Getty Images



Figura 5.1. Essa fotografia ilustra uma das interações existentes nas comunidades biológicas: estrelas-do-mar (chegam a medir 50 cm de diâmetro) predando mariscos (cor escura). A manutenção do equilíbrio dos ecossistemas depende dessas interações entre populações e também entre os indivíduos de cada população. A teia da vida é intrincada e delicada e dela participam também os fatores abióticos do meio.



Pense nisso

- Analisando a fotografia e a legenda acima, você saberia dizer que tipo de interação entre os indivíduos da população de mariscos pode estar ocorrendo? E entre os indivíduos da população de estrelas-do-mar? Explique sua resposta.
- As estrelas-do-mar são animais carnívoros, enquanto os mariscos são animais que se alimentam de diminutos seres que filtram da água do mar. O fato de a estrela-do-mar se alimentar de mariscos é prejudicial à população de mariscos? Explique sua resposta.
- Localize no mapa de biomas do IBGE, apresentado no Capítulo 3, a região onde você mora. Em qual dos biomas sua região está incluída? A vegetação do local onde você mora corresponde à vegetação predominante nesse bioma? Cite alguns exemplos de populações de plantas e de animais que vivem nesse bioma. Essas populações compõem uma comunidade?
- Se você fosse estudar uma comunidade do bioma escolhido, que características investigaria? Explique sua resposta.
- Pense agora em uma das populações que citou. Quais características você considera importantes para entender como é essa população?

1. Características estruturais de comunidades

O primeiro procedimento a ser realizado ao estudar uma comunidade é a identificação das diferentes espécies que a compõem. Para isso são necessárias diversas coletas de informações ao longo do ano, visto que as populações não são constantes o tempo todo. Há populações, por exemplo, que ocorrem apenas em algumas estações do ano ou são mais abundantes em determinados meses.

Teoricamente, desse levantamento deveriam constar todas as espécies que existem no local; como na prática isso é quase impossível, a solução mais adotada pelos pesquisadores consiste em estudar as populações de algumas espécies da comunidade.

Uma vez identificadas as espécies que compõem a comunidade, é importante determinar a frequência relativa de determinada espécie. A frequência relativa fornece estimativa da **dominância** numérica dessa espécie em relação às demais.

Para calcular a frequência relativa numérica, divide-se o número de indivíduos de uma população pelo número total de indivíduos da comunidade. Para obter a porcentagem, deve-se multiplicar o resultado por 100. A espécie que apresenta maior fre-

quência relativa é chamada de espécie dominante.

Conhecendo o número de espécies e suas respectivas frequências relativas, podemos calcular a **diversidade** de espécies da comunidade.

O termo diversidade biológica ou biodiversidade tem atualmente um significado mais amplo que inclui, além da diversidade de espécies, a diversidade genética em uma população, comunidade ou ecossistema. No nosso caso, estamos considerando e analisando a diversidade de espécies em uma comunidade, que reflete a diversidade genética dessa comunidade.

Uma comunidade submetida a alterações do ambiente ou a interferências humanas intensas tende a apresentar diminuição de sua diversidade específica. Isso se deve ao estabelecimento de condições rigorosas, a que nem todas as espécies originais conseguem resistir, e ao possível desenvolvimento de outras espécies que, por serem mais resistentes, se tornam mais numerosas, podendo tornar-se dominantes.

Você verá que o estudo das características estruturais de comunidades e populações é feito com o uso de saberes matemáticos, como elaboração e leitura de gráficos, cálculo de estatísticas e aplicação de equações.

2. A dinâmica das comunidades: sucessão ecológica

Os seres vivos que compõem uma comunidade sofrem influência de seu ambiente, mas também atuam sobre ele, provocando alterações locais. Essas alterações podem estabelecer novas condições eventualmente favoráveis à instalação de outras espécies e desfavoráveis às espécies já existentes na comunidade. Assim, podem ocorrer mudanças na composição de espécies que, ao longo do tempo, podem levar ao estabelecimento de uma comunidade estável, autorregulada, que dificilmente sofre alterações significativas em sua estrutura. Todavia, é muito comum na natureza ocorrerem perturbações em várias escalas de tempo que impedem a comunidade de atingir estabilidade.

A comunidade estável é denominada **comunidade clímax**, e a sequência de estágios de seu desenvolvimento é chamada **sucessão ecológica**. Cada estágio da

sucessão, ou seja, cada comunidade intermediária estabelecida durante o desenvolvimento da comunidade clímax é denominado **estágio seral**.

Uma sucessão ecológica apresenta três características básicas:

- é um processo não sazonal, contínuo;
- ocorre como resposta às modificações nas condições ambientais locais, provocadas pelos próprios organismos dos estágios serais;
- termina com o estabelecimento de uma comunidade clímax, que não sofre mais alterações importantes em sua estrutura, desde que as condições macroclimáticas não se alterem.

A sucessão ecológica pode ser primária ou secundária, dependendo de seu estágio inicial.

A sucessão é primária quando o início da colonização ocorre em regiões anteriormente desabitadas, que não reúnem condições favoráveis à sobrevivência da maioria dos seres vivos. É o que acontece, por exemplo, em superfícies nuas de rochas, de dunas de areia recém-formadas e de lavas vulcânicas recém-solidificadas; poucas espécies conseguem suportar as condições adversas de locais como esses (Fig. 5.2).

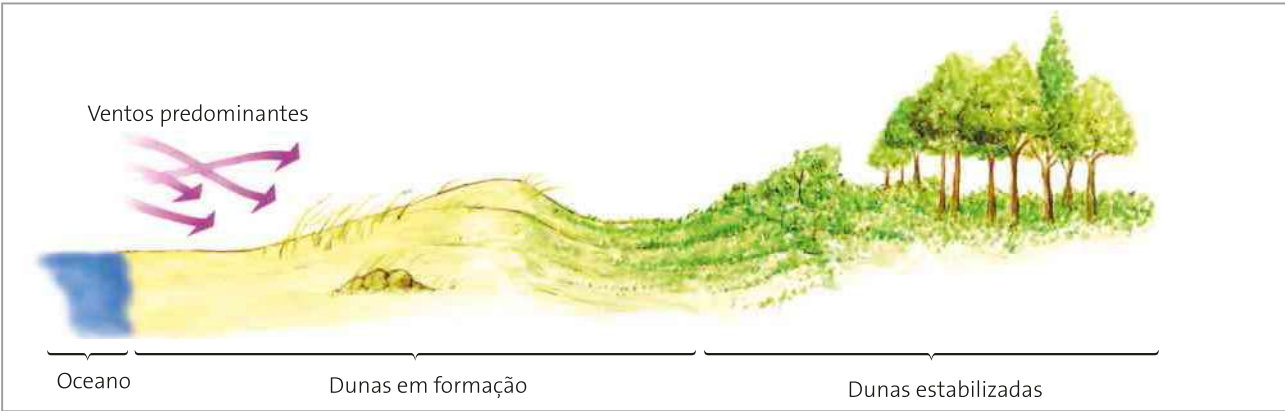


Figura 5.2. Esquema de sucessão primária em dunas. Estágios mais avançados estão representados mais à direita no esquema. (Elementos representados em diferentes escalas.)

A sucessão é secundária quando o desenvolvimento de uma comunidade tem início em uma área anteriormente ocupada por outras comunidades bem estabelecidas, como terras de cultura abandonadas, campinas aradas e florestas recém-derrubadas (Fig. 5.3).

Em geral, as sucessões primárias demoram mais tempo do que as secundárias para atingir o clímax. Alguns estudos de sucessão primária em dunas ou

em regiões de derramamento de lava estimam que sejam necessários pelo menos mil anos para o desenvolvimento de uma comunidade clímax. Por sua vez, a sucessão secundária em terras com clima úmido e temperado onde houve derrubada de matas pode levar apenas 100 anos.

As espécies que iniciam o processo de sucessão são chamadas **espécies pioneiras**.

Figura 5.3. Esquema de um exemplo de sucessão secundária em campo abandonado. (Elementos representados em diferentes escalas.)



Ao longo da sucessão, as comunidades que se instalam sofrem mudanças em sua estrutura. As principais estão resumidas na tabela a seguir (Fig. 5.4).

Características da comunidade	Tendências na sucessão, desde o estágio inicial até o clímax
Composição em espécies	Muda rapidamente no início e mais lentamente nos estágios intermediários, mantendo-se aproximadamente constante no clímax. As espécies pioneiras podem não ser abundantes na comunidade clímax ou mesmo não fazer parte dela.
Diversidade de espécies	A diversidade inicial é baixa, havendo predomínio de autótrofos. Ao longo da sucessão, ocorre aumento na diversidade e no número de heterótrofos. No clímax a diversidade é estável. Às vezes, a diversidade aumenta ao longo da sucessão e declina um pouco no clímax.
Biomassa	Aumenta.
Teia alimentar	Torna-se mais complexa.

Figura 5.4. Síntese das principais características das comunidades que se instalam ao longo de uma sucessão ecológica.



Colocando em foco

DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

O desmatamento da Amazônia está intimamente ligado ao projeto de ocupação da área, posto em prática na década de 1970. Estradas construídas legalmente abriram espaços para a construção ilegal de outras estradas e para a ocupação ilegal da área.

Fotografias de satélite permitem visualizar a localização de áreas desmatadas, que geralmente acompanham as estradas. As três fotografias mostradas a seguir (Fig. 5.5) são de uma mesma região no estado de Rondônia, a primeira tirada em 1985, a segunda em 1992 e a última em 2013. Elas evidenciam as marcas do processo de desmatamento.



Figura 5.5. Fotografias de satélite de três áreas em uma mesma região do estado de Rondônia, tiradas, respectivamente, em 1985, 1992 e 2013, representando três estágios do avanço do desmatamento nesse período. A mata sem evidências de degradação aparece em tom escuro; as áreas desmatadas correspondem ao tom mais claro. É marcante o padrão em espinha de peixe: ao longo de uma rodovia são abertas estradas secundárias paralelas, distantes 4 a 5 km uma da outra, a partir das quais o desmatamento se intensifica. A largura das áreas fotografadas situa-se em torno de 50 km.

Atualmente, há três redes principais de desmatamento formadas pelas estradas da região, sendo que a combinação delas forma o chamado “arco do desmatamento”, mostrado na figura 5.6. Esse arco compreende a área do sudeste do Maranhão ao norte do Tocantins, leste do Pará, norte do Mato Grosso, Rondônia, sul do Amazonas e sudeste do Acre.

ARCO DO DESMATAMENTO

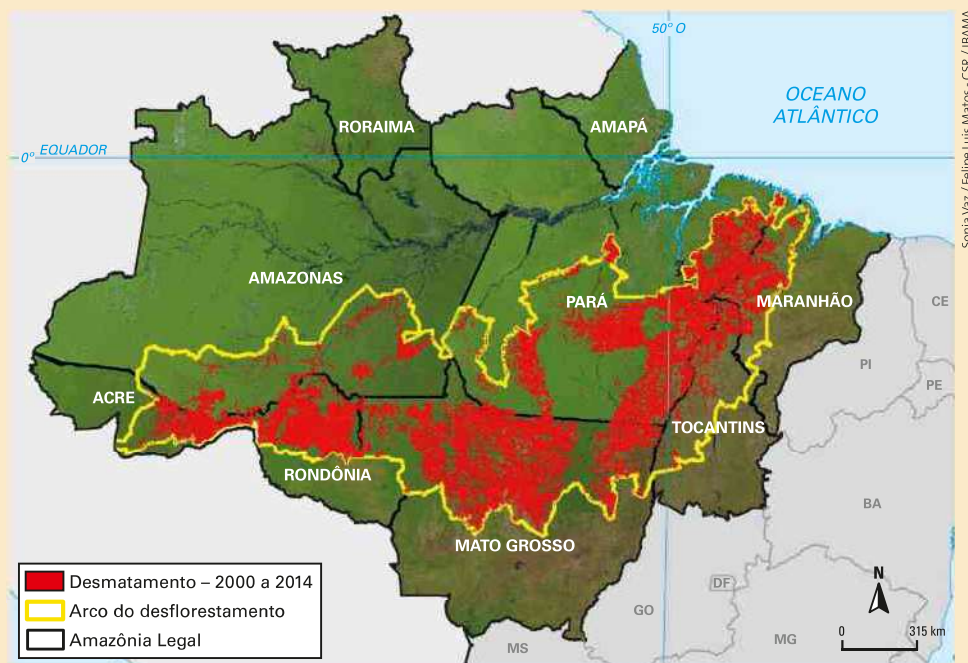


Figura 5.6. Mapa da região amazônica, com destaque para o arco do desmatamento (área vermelha).

Fonte de dados: Ibama, 2014.

Além de estradas, o desmatamento está ligado ao estabelecimento e ao crescimento de cidades, à agricultura (em especial a mecanizada de soja e algodão), à criação de gado, à exploração de madeiras nobres, entre outras causas.

O Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (Prodes), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), realiza o monitoramento na chamada Amazônia Legal e produz, desde 1988, relatórios anuais de desmatamento na região. Esses relatórios são disponibilizados para consulta pública no site <<http://www.obt.inpe.br/deter>> (acesso em: mar. 2016) e usados pelo governo federal para o estabelecimento de políticas públicas.

A taxa de desmatamento estimada pelo Prodes 2015 indicou aumento de 16% em relação a 2014. Ainda assim, essa taxa correspondeu a uma redução de 79% em relação à registrada em 2004, quando foi iniciado o Plano para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm).

O gráfico a seguir (Fig. 5.7) apresenta a taxa de desmatamento anual nos estados que compõem a Amazônia Legal, desde 1988 até 2015.

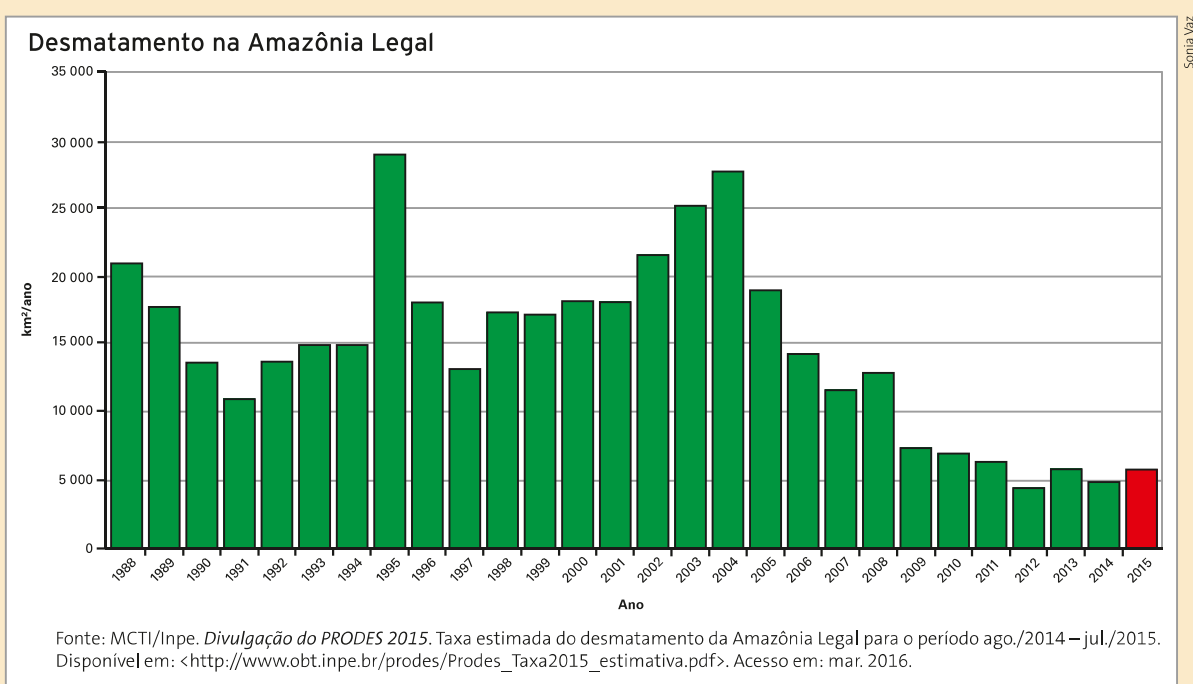


Figura 5.7. Gráfico comparativo das taxas de desmatamento na Amazônia Legal de 1988 a 2015 (dados desse último ano ainda não consolidados à época da publicação).

Consequências do desmatamento

O desmatamento acarreta principalmente diminuição de produtividade primária (fotossíntese) e de biodiversidade, além de mudanças no regime hidrológico (ciclo da água), que trazem consequências para o clima em diferentes escalas.

Na Amazônia, o desmatamento é um processo extremamente preocupante, pois aumenta a rapidez do escoamento da água da chuva para os rios. Isso contribui para que as cheias se alternem com períodos de drástica redução no volume dos rios, com óbvias consequências para o ecossistema aquático e para os sistemas de várzea. Nesse caso há diminuição do volume de água retido na própria floresta e do exportado para outras regiões na forma de vapor. Boa parte da umidade que chega à região centro-sul, em certas épocas do ano, por exemplo, é trazida por correntes de ar da parte ocidental da Amazônia.

Na transição entre os meses secos e os chuvosos em São Paulo, pesquisadores avaliaram preliminarmente que cerca de 70% da precipitação no estado é originada de vapor-d'água trazido da Amazônia. Esse fenômeno impede o prolongamento da época seca na região onde o regime de chuvas tem implicações diretas na geração de energia elétrica.

A análise das consequências do desmatamento envolve também o decorrente corte seletivo de árvores de alto valor comercial e baixa densidade, que é muitas vezes subestimado. Com a derrubada de uma grande árvore, abre-se um espaço no dossel (cobertura geral da mata constituída pelas copas justapostas das árvores de grande porte). Com isso, o sol (e o vento) atinge o solo criando um microclima mais seco favorável a incêndios que devastam as plantas menores e afetam profundamente as maiores. Esses incêndios iniciais facilitam incêndios secundários muito mais desastrosos, com temperaturas mais altas e chamas maiores. Instaura-se assim um ciclo vicioso que culmina com a destruição total da floresta na área.

De acordo com previsões do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), caso o total desmatado alcance 50%, o bioma deverá sofrer um processo de savanização, com aumento da temperatura sobre o solo e redução nos índices de precipitação e evapotranspiração. Isso acarretaria ao mesmo tempo um avanço acelerado da desertificação da caatinga no Nordeste brasileiro. A savanização não deve ser considerada como transição para o bioma de cerrado, bastante rico em espécies. Muito provavelmente, o bioma resultante seria uma savana com baixa biodiversidade, ocupando toda a parte oriental da Amazônia. A porção ocidental, apesar disso, deve manter a formação florestal, mesmo no novo regime climático.

Fontes dos dados: FEARNside, P. M. 2005 *Megadiversidade*, 1(1), p. 117-118 e SAMPAIO, G. Agência Fapesp, 25 nov. 2008.

INPE. *PRODES estima 5.831 km² de desmatamento na Amazônia em 2015*. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4058>. Acesso em: mar. 2016.

3. Interações entre populações de uma comunidade

Os organismos de uma comunidade interagem exercendo influências recíprocas que se refletem nas populações envolvidas.

Essas interações podem ocorrer entre indivíduos da mesma população (**intraespecíficas**) ou entre indivíduos de populações de espécies diferentes (**interespecíficas**).

Quando analisadas isoladamente, essas interações podem se revelar harmônicas ou desarmônicas.

As **interações harmônicas** ou positivas são aquelas em que não há prejuízo para nenhuma das populações da interação. Já nas **interações desarmônicas** ou negativas, pelo menos uma das populações sofre algum tipo de desvantagem. Entretanto, considerando o total das interações em uma comunidade, verifica-se que mesmo as desarmônicas podem ter efeitos indiretos positivos, pois são importantes para o equilíbrio das populações que interagem.

3.1. Interações intraespecíficas

Interações intraespecíficas harmônicas

Sociedades

Sociedades são grupos de indivíduos da mesma espécie com divisão de trabalho não restrita a períodos reprodutivos.

Nesses grupos, as diferentes funções podem ser exercidas por indivíduos morfológicamente distintos. Quando isso ocorre, os tipos morfológicos constituem castas, e fala-se em **sociedades heteromorfas** (do grego: *héteros* = diferente; *morphé* = forma).

Em outras sociedades, apesar de também haver divisão de trabalho, os indivíduos não são morfológicamente modificados para a função que exercem. Nesses casos, fala-se em **sociedades isomorfas** (do grego: *ísos* = igual). Um bom exemplo de sociedade isomorfa é a sociedade humana, em que, apesar do isomorfismo, há uma complexa divisão de trabalho.

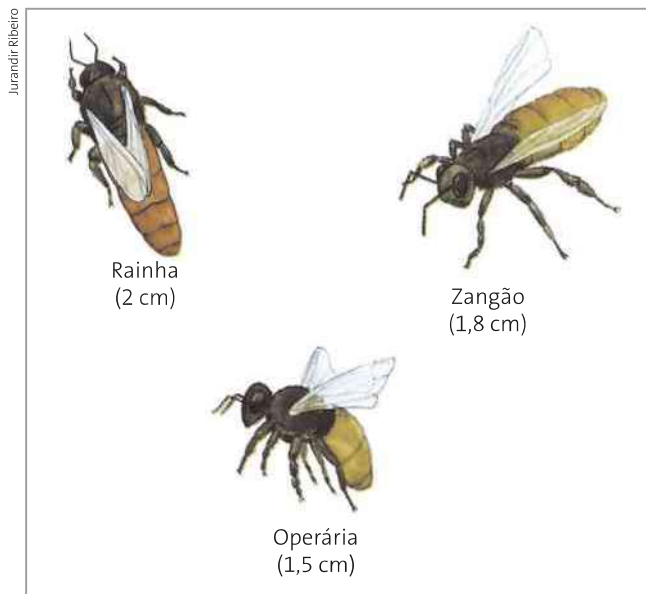
Os insetos sociais são excelentes exemplos de sociedades heteromorfas. É o caso de abelhas, formigas e cupins.

• Abelhas

A maioria das espécies de abelhas não vive em sociedade, isto é, tem hábito solitário. As abelhas sociais, por sua vez, podem formar colmeias de 50 mil a 100 mil indivíduos. A sociedade das abelhas apresenta três castas (Fig. 5.8):

- **operárias**: são fêmeas estéreis, cuja função é realizar todos os trabalhos da colmeia;
- **rainha**: geralmente uma só por colmeia, encarregada da reprodução;

- **zangão**: é o macho, encarregado da fertilização de fêmeas. Seu número por colmeia é relativamente pequeno (apenas algumas centenas).



▲ **Figura 5.8.** Esquemas de indivíduos das diferentes castas em sociedade de abelhas (*Apis mellifera*). (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia).

Poucos dias depois de estar completamente desenvolvida, a rainha realiza o “voo nupcial”, no qual encontra um ou mais zangões, com os quais copula. Os espermatozoides são armazenados no sistema reprodutor da rainha e, no decorrer do tempo, vão fecundando os óvulos que ela produz. Os óvulos fecundados dão origem a fêmeas, na maioria operárias. Uma das fêmeas, no entanto, é alimentada por mais tempo do que as demais, além de receber um alimento especial: a geleia real. Devido à alimentação diferenciada, essa fêmea desenvolve-se morfologicamente em rainha.

A rainha tem vida relativamente longa, podendo viver alguns anos, enquanto as operárias dificilmente ultrapassam um mês de vida.

Os zangões originam-se de óvulos não fecundados, processo denominado **partenogênese**. Eles são formados ao longo da vida das rainhas, ao mesmo tempo que as operárias. Quando as rainhas envelhecem, formam-se apenas zangões, em virtude do esgotamento do estoque de espermatozoides.

Os zangões não têm vida longa, pois não são adaptados à procura e à captação de alimentos, além de deixarem de ser alimentados pelas operárias após o voo nupcial. Assim, eles morrem de fome após a reprodução.

● Formigas

Todas as espécies de formigas são sociais. Os adultos (Fig. 5.9) são fêmeas (com raras exceções), que estão divididas em pelo menos duas castas:

- fêmeas férteis ou **rainhas**, cujo papel primordial é a postura de ovos. Dependendo da espécie de formiga, os ninhos podem ter uma ou várias rainhas;
- fêmeas estéreis ou **operárias**, que não têm asas e realizam todas as demais atividades da colônia, como coleta de água e alimento, alimentação da cria e da rainha e construção e defesa do ninho. As operárias podem apresentar duas ou mais formas diferentes, fato denominado **polimorfismo**, que se relaciona com a realização de tarefas diferentes. Elas podem, às vezes, ser chamadas de soldados, quando sua função principal é a defesa do ninho.

Os **machos** são alados e aparecem, em geral, apenas uma vez por ano, na época do acasalamento. Nessa época, as rainhas também desenvolvem asas e, junto com os machos, realizam o “voo nupcial”. Após a cópula, os machos morrem e as rainhas não retornam ao formigueiro de origem, mas fundam novos formigueiros. Um ninho de formigas é constituído basicamente de fêmeas sem asas.



▲ **Figura 5.9.** Esquemas de indivíduos de diferentes castas em sociedade de formigas. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia).

● Cupins

Todas as espécies de cupins são sociais. Esses insetos apresentam maior diferenciação morfológica em relação às abelhas e às formigas.

Suas castas são (Fig. 5.10):

- **soldados**: machos ou fêmeas estéreis e vigorosos, com cabeça robusta e mandíbulas fortes; encarregados de defender o cupinzeiro, são agressivos e aparecem em grande número quando o ninho é perturbado;
- **operários**: machos ou fêmeas estéreis, responsáveis pela alimentação; constituem a maior parte dos indivíduos da colônia e são os cupins que geralmente podem ser vistos quando se observa madeira infestada;

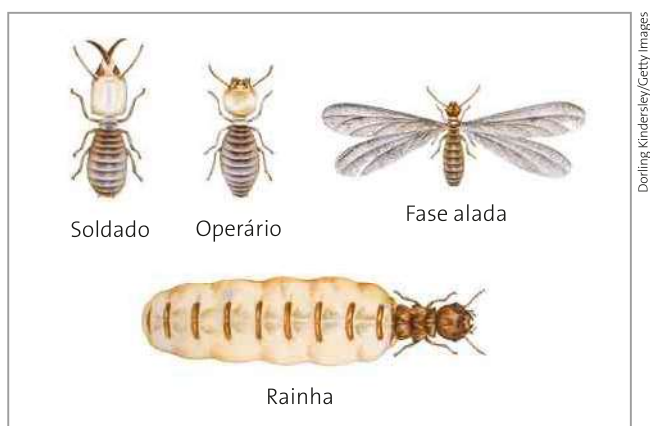


Figura 5.10. Esquemas de indivíduos de diferentes castas em sociedade de cupins. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

- **rei e rainha:** constituem o casal real e são os responsáveis pela reprodução. Eles ficam juntos na região central do ninho. A rainha é maior que o rei e apresenta grande desenvolvimento do abdômen em função do grande número de ovos que coloca por dia. Machos e fêmeas com asas só aparecem em determinadas épocas do ano. Eles saem em revoadas principalmente ao entardecer (depois das 18h) e são atraídos por focos de luz, como lâmpadas acesas. São conhecidos popularmente como aleluias ou siriris. A revoada não dura muito tempo. A cópula não ocorre durante o voo, mas no solo, após a perda das asas. Formam-se casais que procuram um lugar para construir seu ninho, originando os novos cupinzeiros. Eles serão o futuro casal real, rei e rainha do novo ninho.

Colônias

Caracterizam-se pela associação mais ou menos íntima ou pela continuidade anatômica de indivíduos de uma mesma espécie, geralmente aparentados ou geneticamente idênticos.

As colônias também podem ser **isomorfas** ou **heteromorfas**, isto é, constituídas, respectivamente, por indivíduos de uma única forma ou com diferenciação morfológica.

Os corais são um exemplo em que não ocorre diferenciação morfológica (Fig. 5.11). As colônias que vivem fixas ao substrato, no ambiente marinho, são isomorfas e os indivíduos não apresentam divisão de trabalho.

Nas colônias heteromorfas (polimorfas) podem ocorrer várias formas diferentes de indivíduos. É o que acontece, por exemplo, com a *Physalia* sp., animal marinho conhecido popularmente como caravela, cuja colônia apresenta indivíduos especializados para flutuação, reprodução e defesa (Fig. 5.12).



Figura 5.11. Fotografia de coral-cérebro, exemplo de colônia isomorfa com cerca de 25 cm de diâmetro.



Figura 5.12. Fotografia de colônia heteromorfa do cnidário *Physalia* sp. (caravela). O contato da pele humana com os tentáculos dessa colônia provoca queimaduras dolorosas. O flutuador mede cerca de 15 cm de comprimento e situa-se acima da superfície da água (seta).

O termo colônia pode ser empregado também para grupos de indivíduos da mesma espécie que constroem ninhos ou criam a prole de forma cooperativa. Nesse caso, a união está relacionada à reprodução. Em razão disso, no caso dos insetos sociais aqui tratados, é comum chamar as colmeias, os formigueiros e os cupinzeiros de colônias.

Interações intraespecíficas desarmônicas

Competição intraespecífica

A palavra competição refere-se à disputa entre indivíduos por recursos do ambiente que não existem em quantidade suficiente para todos.

São muitos os exemplos de competição intraespecífica. É o caso da disputa por alimento entre animais da mesma espécie, da competição entre plantas por luz, nutrientes e água do solo e da disputa entre machos da mesma espécie pela fêmea na hora da reprodução.

Quanto maior for o número de indivíduos de uma população em um meio em que não há recursos suficientes para todos, mais intensa será a competição.

A competição intraespecífica é um dos fatores que regulam o tamanho das populações. Quando fatores genéticos determinam diferenças adaptativas entre os indivíduos de modo que uns têm maior eficiência na exploração dos recursos e mais chance de reprodução, a competição intraespecífica torna-se intimamente relacionada com a mudança evolutiva por seleção natural.

Predação intraespecífica ou canibalismo

Ocorre quando há predação entre indivíduos da mesma espécie. É o caso do besouro-castanho (*Tribolium castaneum*), cujas larvas se alimentam de ovos de sua própria espécie (Fig. 5.13).

Figura 5.13.
Adulto de *Tribolium castaneum*. O animal mede de 2 mm a 3 mm de comprimento.



3.2. Interações interespecíficas

As interações interespecíficas podem ser:

- **harmônicas:** mutualismo, protocooperação, inquilinismo e comensalismo;
- **desarmônicas:** amensalismo (ou antibiose), predação, parasitismo e competição interespecífica.

O termo **simbiose**, criado em 1879 pelo biólogo De Bary, tem sido equivocadamente utilizado como sinônimo de mutualismo. Simbiose refere-se originalmente a toda e qualquer associação estável entre indivíduos de espécies diferentes, seja uma interação positiva, seja negativa.

Assim, poderíamos considerar três tipos bem definidos de simbiose: o parasitismo, o comensalismo e o mutualismo.

Atualmente, porém, a utilização do termo simbiose tem sido ampliada, aplicando-se a qualquer tipo de relação interespecífica.

A classificação das interações ecológicas pode variar muito. Em algumas, o comensalismo inclui o inquilinismo, que deixa de ser uma das categorias. Com o mutualismo e a protocooperação acontece algo semelhante: o mutualismo pode incluir a protocooperação, que deixa de ser uma categoria válida.

Além disso, há casos em que os limites entre uma categoria e outra não são muito nítidos, e há tipos de interações que não se encaixam bem em nenhuma categoria.

Nas interações ecológicas interespecíficas, costuma-se utilizar sinais para representar o efeito dessa relação sobre as populações envolvidas. O sinal **+** é usado quando a população cresce; o sinal **-**, quando a população diminui; e o sinal **0**, quando não há crescimento nem redução da população. Assim, temos:

- **(- -):** competição;
- **(+ +):** mutualismo, quando as duas populações têm interação favorável e são completamente dependentes uma da outra;
- **(+ +):** protocooperação, quando ambas as populações interagem favoravelmente, mas não de forma obrigatória;
- **(+ 0):** comensalismo;
- **(- 0):** amensalismo;
- **(+ -):** predação, incluindo a herbivoria;
- **(+ -):** parasitismo.

Interações interespecíficas harmônicas

Mutualismo

É um tipo de relação interespecífica em que os participantes se beneficiam e mantêm relação de dependência. Às vezes, essa relação é extremamente íntima, como acontece com os líquens. Eles representam uma associação de fungos e algas dependentes funcionalmente e integrados morfologicamente.

Os líquens (Fig. 5.14) são classificados em espécies, embora na realidade cada espécie de líquen seja formada por duas espécies diferentes de organismos (alga ou cianobactéria e fungo).

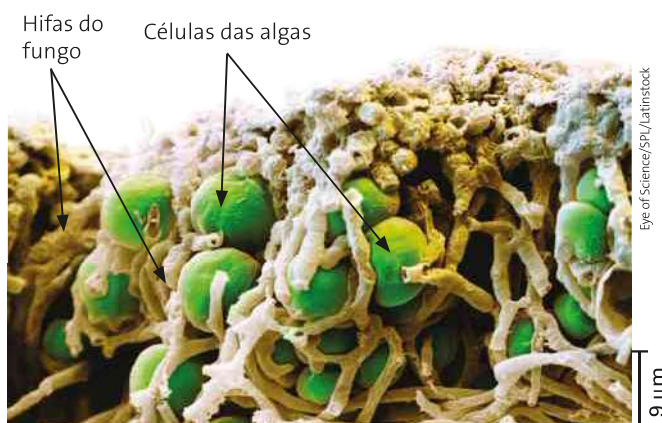


Figura 5.14. Eletromicrografia de varredura de líquen. A maior parte do líquen é formada por hifas do fungo, com uma camada interna de algas ou cianobactérias. A relação mutualística entre esses organismos é altamente elaborada, chegando a apresentar estruturas especializadas para reprodução assexuada. (Cores artificiais.)

Alguns mamíferos herbívoros, principalmente ruminantes, abrigam em seu tubo digestório bactérias que produzem celulase, enzima que digere celulose, transformando-a em carboidratos aproveitáveis: as bactérias utilizam uma parte e o animal utiliza outra. Esse é mais um exemplo de mutualismo.

Outro caso é o de protozoários que também produzem células e vivem no tubo digestório de cupins, recebendo alimento já particulado ingerido por esses insetos. Isso possibilita aos cupins o aproveitamento dos nutrientes provenientes da digestão da madeira. Esses protozoários dependem dessa associação, pois só sobrevivem no corpo dos cupins.

Outros exemplos de mutualismo são as **micorrizas**, associações entre fungos e raízes de plantas, e as **bacteriorrizas**, associações entre bactérias fixadoras de nitrogênio e raízes de plantas.

Nas micorrizas, os fungos contribuem com a absorção de nutrientes minerais do solo, beneficiando as plantas, enquanto estas fornecem nutrientes orgânicos aos fungos. Nas bacteriorrizas, as bactérias fixam o nitrogênio do ar que está entre as partículas do solo e passam para a planta, que fornece proteção e energia às bactérias.

Protocooperação

Na protocooperação, embora os participantes se beneficiem, eles podem viver de modo independente, sem a necessidade de se unir. No mutualismo, a união é obrigatória, e os indivíduos são interdependentes.

Um dos mais conhecidos exemplos de protocooperação é a associação entre a anêmona-do-mar e o paguro, um crustáceo semelhante ao caranguejo, também conhecido como bernardo-eremita ou ermitão (Fig. 5.15).

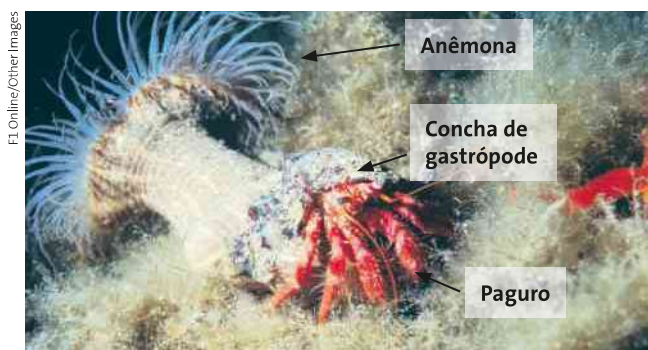


Figura 5.15. Fotografia mostrando exemplo de protocooperação: a anêmona-do-mar e o paguro. O corpo da anêmona tem cerca de 2 cm de diâmetro.

O paguro tem o abdômen mole e costuma ocupar o interior de conchas abandonadas de gastrópodes. Costuma colocar sobre a concha uma ou mais anêmonas-do-mar. Dessa união surge o benefício mútuo: a anêmona tem células urticantes, que afastam os predadores, e o paguro, ao se deslocar, possibilita que a anêmona explore melhor o espaço em busca de alimento.

Um exemplo muito comum de protocooperação pode ser observado nas pastagens brasileiras: aves que pousam sobre bois e vacas para se alimentar de carrapatos. As aves encontram alimento, e os bois livram-se dos carrapatos que os parasitam (Fig. 5.16).



Figura 5.16. Fotografia mostrando um exemplo comum de protocooperação: bovino e gavião-carrapateiro, que mede cerca de 40 cm de altura.

Comensalismo e inquilinismo

Nesses dois tipos de associação apenas um dos participantes se beneficia, sem, no entanto, causar prejuízo ao outro.

No comensalismo, a associação ocorre em função da obtenção de alimento. No inquilinismo, a associação ocorre frequentemente por proteção, abrigo ou suporte físico.

Um exemplo de comensalismo é a associação do tubarão com o peixe-piloto. Os peixes-pilotos (chamados comensais) vivem ao redor do tubarão, alimentando-se dos restos de comida que escapam da boca desse predador (Fig. 5.17).



Figura 5.17. Fotografia de tubarão cercado por peixes-pilotos: a relação ecológica que existe entre eles é o comensalismo. O peixe-piloto mede cerca de 70 cm de comprimento.

Um exemplo de inquilinismo envolve o fierásfer, um pequeno peixe que vive como um inquilino dentro do corpo do pepino-do-mar (gênero *Holothuria*). O fierásfer sai do corpo do pepino-do-mar para se alimentar e depois volta.

Nesse caso de inquilinismo, o peixe encontra proteção no corpo do pepino-do-mar, o qual, por sua vez, não recebe benefício nem sofre desvantagem.

As plantas epífitas, como as orquídeas, que usam as árvores apenas como substrato ou suporte sem parasitá-las nem prejudicá-las, são também exemplos de inquilinismo (Fig. 5.18).

Enrico Marone/Pulsar Imagens

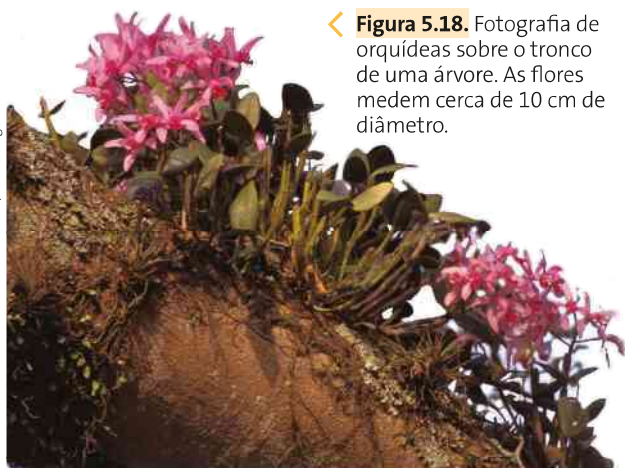


Figura 5.18. Fotografia de orquídeas sobre o tronco de uma árvore. As flores medem cerca de 10 cm de diâmetro.

Interações interespecíficas desarmônicas

Amensalismo ou antibiose

Nessa relação desarmônica, indivíduos de uma população secretam substâncias que inibem ou impedem o desenvolvimento de indivíduos de populações de outras espécies. É o caso bem conhecido dos antibióticos, que, produzidos por fungos, impedem a multiplicação das bactérias.

Os antibióticos são largamente utilizados pela medicina no combate às infecções bacterianas. O mais antigo antibiótico conhecido é a penicilina, substância produzida pelo fungo *Penicillium notatum*.

Outro caso de amensalismo é o fenômeno conhecido como maré vermelha (Fig. 5.19). Sob determinadas condições ambientais, há intensa proliferação de certas espécies de organismos marinhos que produzem substâncias altamente tóxicas. Em razão do grande aumento no número de indivíduos, há formação de enormes manchas, geralmente vermelhas, no oceano. Com isso, a concentração das substâncias tóxicas aumenta e, além de impedir a proliferação de outros organismos, essas substâncias provocam grande mortalidade de animais marinhos, especialmente de vertebrados.



Bill Curtsinger/National Geographic/Getty Images

Figura 5.19. Fotografia aérea de uma região no litoral do Alasca, em que se nota a maré vermelha, mancha de coloração marrom-avermelhada na superfície do mar.

Predação e parasitismo

Com base no tipo de alimento ingerido, os consumidores podem ser carnívoros, herbívoros, onívoros ou detritívoros. Os detritívoros se alimentam de matéria orgânica morta (folhas caídas, fezes, carcaças). Eles não estão envolvidos em nenhuma das interações populacionais, pois não provocam efeito direto nas populações que se tornam detritos.

Considerando, agora, as interações desarmônicas interespecíficas, carnívoros, herbívoros e onívoros podem participar de dois tipos dessas interações: predação e parasitismo.

A interação é do tipo **predação** quando o consumidor mata e come outro indivíduo, suprimindo-o da população. Alguns exemplos são mais óbvios, como uma coruja comendo um rato; outros, nem tanto. Quando um pardal come uma semente, ele é um herbívoro atuando como predador, pois mata o embrião contido na semente. Outro exemplo é o do carneiro. Ele é herbívoro e atua como predador quando come uma planta, arrancando-a do solo com as raízes e, portanto, suprimindo-a da população. A ingestão de algas do fitoplâncton também é uma forma de predação.

Há casos de predação em que o predador é uma planta e a presa, um animal. As plantas carnívoras

apresentam folhas com adaptações para captura e digestão de pequenos animais, especialmente insetos (Fig. 5.20). Elas conseguem, dessa forma, nitrogênio e outros nutrientes, dependendo da espécie, mas não energia. Essas adaptações são especialmente importantes em locais em que o solo é pobre em nutrientes, nos quais essas plantas geralmente vivem.

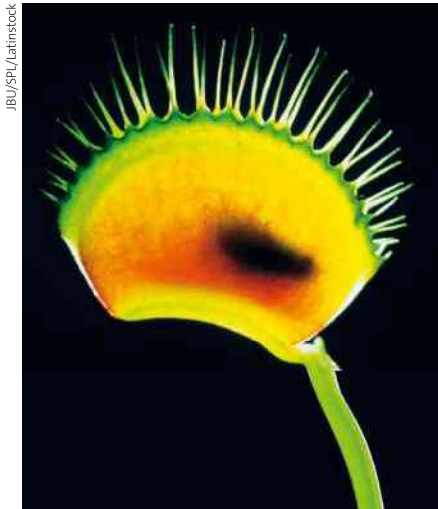


Figura 5.20. Fotografia de planta carnívora (*Dionaea muscipula*) com um inseto capturado (visto por transparência). A folha mede cerca de 3 cm de comprimento.

A interação é do tipo parasitismo quando o consumidor (parasita) retira seus alimentos orgânicos do corpo de um indivíduo vivo (hospedeiro), prejudicando-o, mas geralmente não o matando. Aí, o contato entre as partes é mais íntimo e duradouro do que na predação.

Quanto à localização no corpo do hospedeiro, os parasitas podem ser **ectoparasitas** (externos) ou **endoparasitas** (internos).

O plasmódio, protozoário que causa a malária, e a lombriga são exemplos típicos de endoparasitas. O pulgão, que se associa a uma planta e suga sua seiva orgânica, é, por sua vez, um ectoparasita.

A relação dos vírus com seus hospedeiros é um caso muito particular de parasitismo. Eles não se alimentam de seus hospedeiros, apenas os utilizam para sua reprodução, prejudicando-os. Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios.

O parasitismo praticado por vertebrados e por plantas superiores é extremamente raro. Um caso de vertebrado parasita é a lampreia. Ela se fixa em outros vertebrados aquáticos por sua boca circular (que atua como uma autêntica ventosa) e ingere sangue do hospedeiro (Fig. 5.21).

Um exemplo típico de planta parasita da flora brasileira é o cipó-chumbo (Fig. 5.22). Ele se fixa sobre outra planta, da qual retira seiva elaborada diretamente dos vasos liberianos através de finíssimas raízes especialmente adaptadas, denominadas **haustórios**.



Figura 5.21. A lampreia, vertebrado ectoparasita, usa sua boca circular para ingerir sangue de seu hospedeiro. Mede cerca de 1 m de comprimento.



Figura 5.22. Fotografia mostrando o cipó-chumbo semelhante a fios amarelados sobre um arbusto.

É interessante lembrar que as orquídeas, ao contrário do que popularmente se acredita, não são parasitas, pois não se nutrem da planta hospedeira. Elas são inquilinas, como estudamos anteriormente, e algumas nem sequer são epífitas, pois vivem no solo. As orquídeas são autótrofas, o que não ocorre com o cipó-chumbo.

No limiar do parasitismo, situa-se a erva-de-passa-rinho, planta que retira seiva do xilema da hospedeira, mas que também é clorofilada e, portanto, realiza fotossíntese. É uma planta classificada como **hemiparasita**.

Quanto à utilização do recurso alimentar, os herbívoros podem atuar como parasitas (pulgões), como

predadores (pardais e carneiros) ou em uma posição intermediária entre esses tipos de interação. Para essa última situação, alguns pesquisadores preferem se referir a uma categoria distinta, a dos **comedores de partes** de plantas, caso de bois, veados, antílopes, gnus e girafas.

Competição interespecífica

A competição interespecífica ocorre quando indivíduos de duas populações de espécies diferentes, em uma mesma comunidade, apresentam nichos ecológicos iguais ou muito semelhantes. Caso um recurso do meio não seja suficiente para suprir as duas populações, é desencadeado um mecanismo de disputa pelo recurso. Esse mecanismo pode determinar o controle da densidade das duas populações que estão interagindo, a exclusão de uma delas ou ainda a especialização do nicho ecológico.

Quando duas populações de espécies diferentes ocupam o mesmo hábitat e têm exatamente o mesmo nicho, se os recursos forem escassos, uma delas é eliminada por competição. Esse é o **princípio da exclusão competitiva** ou

princípio de Gause, em homenagem ao pesquisador que o formulou, o ecólogo russo Georgy Gause (1910-1986). De acordo com esse princípio, duas espécies podem ter o mesmo hábitat, mas não podem ocupar o mesmo nicho por muito tempo, havendo exclusão de uma delas.

O princípio de Gause foi formulado em função de experimentações em laboratório com culturas de duas espécies de protozoários: *Paramecium caudatum* e *Paramecium aurelia* (Fig. 5.23). Quando populações dessas espécies eram cultivadas separadamente, porém em meios de cultura idênticos, elas cresciam até atingir determinado número de indivíduos. Não havendo alterações nas condições ideais das culturas, esse número em cada uma das populações permanecia relativamente constante ao longo do tempo. Quando as duas populações eram cultivadas no mesmo recipiente, com o mesmo tipo de meio, verificava-se crescimento de *P. aurelia*, que, aproveitando melhor o alimento fornecido, comprometia a viabilidade da população de *P. caudatum*, excluindo-a.

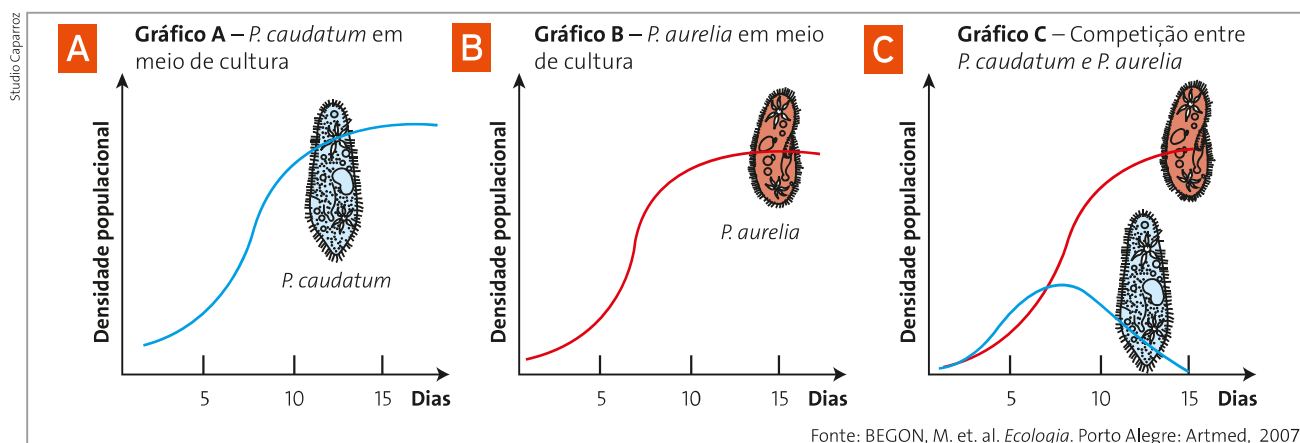


Figura 5.23. Representação esquemática de curvas de crescimento populacional de *Paramecium caudatum* e *Paramecium aurelia*. Os gráficos A e B mostram o crescimento das duas populações separadamente. No gráfico C, pode-se perceber que, quando as espécies são cultivadas no mesmo meio de cultura, *P. aurelia* exclui *P. caudatum* por competição. (Paramécios representados em cores fantasia.)

4. Ecologia das populações

Nos ecossistemas em equilíbrio, o tamanho das populações mantém-se mais ou menos constante ao longo do tempo.

Alterações no tamanho de uma população podem determinar alterações em outras populações que com ela coexistem, provocando desequilíbrios ecológicos.

Estudaremos em seguida:

- as principais características de uma população;
- os principais fatores reguladores do tamanho das populações, fundamentais para a manutenção do equilíbrio do ecossistema.

4.1. Principais características de uma população

Densidade

A densidade corresponde ao número de indivíduos de uma população por unidade de área ou volume.

$$\text{Densidade (D)} = \frac{\text{Número de indivíduos da população (N)}}{\text{Unidade de área ou de volume (A)}}$$

Ou seja: $D = \frac{N}{A}$

O crescimento de uma população depende de dois conjuntos de fatores: um que contribui para o aumento da densidade, do qual fazem parte as taxas de natalidade e de imigração; e outro que contribui para a diminuição da densidade, formado pelas taxas de mortalidade e de emigração. O modo como esses fatores interagem determina a taxa de crescimento da população.

A taxa de natalidade (**TN**) corresponde à velocidade com que novos indivíduos são adicionados à população por meio da reprodução.

A taxa de mortalidade (**TM**) corresponde à velocidade com que indivíduos são eliminados da população por morte.

Em ambas as taxas, o fator tempo é essencial.

Em populações naturais, a taxa de mortalidade geralmente é mais ou menos proporcional à taxa de natalidade. Uma população de ostras, por exemplo, produz milhares de ovos em cada estação reprodutiva, mas apenas alguns deles formam indivíduos que atingem a idade adulta ou reprodutiva. Nos grandes mamíferos, entretanto, a taxa de natalidade é menor do que a verificada em populações de ostras, mas a taxa de mortalidade também é menor.

Quando a taxa de natalidade é maior que a de mortalidade, a população tende a crescer; quando a taxa de mortalidade é mais alta do que a de natalidade, a população tende a diminuir.

Em países desenvolvidos, a taxa de natalidade e a taxa de mortalidade da espécie humana se aproximam.

A taxa de imigração (**TI**) e a taxa de emigração (**TE**) correspondem, respectivamente, ao número de indivíduos que entram em uma população e ao número dos que dela saem, por unidade de tempo. Esses dois mecanismos constituem a dispersão ou migração.

Isoladamente, cada uma dessas taxas diz pouco sobre o crescimento da população. A taxa de crescimento (**TC**) é definida do seguinte modo:

$$TC = (TN + TI) - (TM + TE)$$

Potencial biótico e resistência ambiental

O **potencial biótico** de uma população corresponde à sua capacidade potencial para aumentar, por reprodução, seu número de indivíduos em condições ideais, isto é, sem fatores que impeçam esse aumento.

Os seres vivos sempre originam um número muito maior de descendentes do que o próprio meio comporta. Quando Darwin formulou sua teoria da seleção natural, utilizou essa observação da natureza como um de seus argumentos. Em seu livro *A origem das espécies*, Darwin escreveu:

“Não há exceção à regra de que todo ser orgânico cresce numa taxa tão alta que, se não destruído, a Terra seria rapidamente coberta pelos descendentes de um único casal”.

Para ilustrar esse exemplo, ele cita os elefantes:

“O elefante é tido como o reprodutor mais lento de todos os animais conhecidos, e eu sofri um pouco para estimar sua provável taxa mínima de crescimento natural: será mais seguro assumir que ele começa a reprodução aos 30 anos de idade e segue reproduzindo-se até os 90 anos, trazendo à luz seis filhotes nesse período, e sobrevivendo até os 100 anos de idade; se isso é assim, após um período de 740 a 750 anos, haveria aproximadamente 19 milhões de elefantes vivos, descendentes do primeiro casal”.

Um exemplo mais dramático é o de algumas bactérias que se dividem a cada 20 minutos. Nesse ritmo, se nada impedisse seu aumento numérico, a partir de uma única bactéria, em 36 horas a superfície terrestre estaria totalmente recoberta por uma camada contínua desses organismos.

Entretanto, verifica-se na natureza que o tamanho (densidade) das populações em comunidades estáveis permanece relativamente constante. Isso se deve a um conjunto de fatores que se opõem ao potencial biótico, reduzindo-o. Esse conjunto é denominado **resistência ambiental**, que é tanto maior quanto maior for o tamanho da população.

Os principais fatores de resistência ambiental são os fatores reguladores da densidade das populações.

Para determinar a resistência ambiental, calculamos a diferença entre a taxa teórica de crescimento de uma população sob condições ideais (potencial biótico) e a taxa real observada na natureza.

Colocando esses dados em um gráfico, obtemos uma **curva de crescimento populacional**, como a representada a seguir (Fig. 5.24):

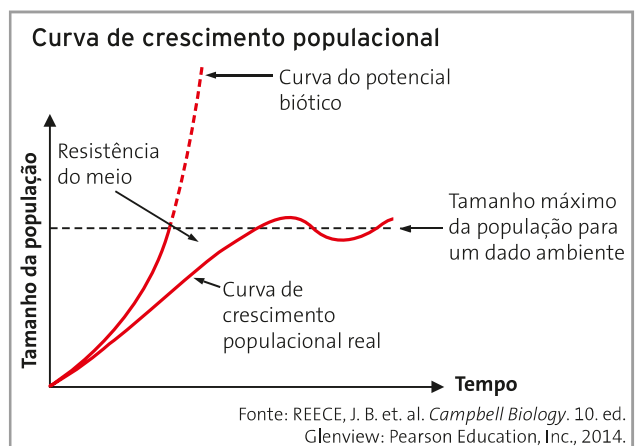


Figura 5.24. Gráfico do crescimento populacional em função do tempo.

Quando uma população inicia a colonização de um ambiente propício a seu desenvolvimento, verifica-se que o crescimento inicial é lento, pois há poucos indivíduos, e consequentemente a taxa de natalidade é baixa. À medida que aumenta o número de organismos, a taxa de natalidade também se eleva. Com isso, a velocidade de crescimento da população aumenta. Se não existissem fatores de resistência do meio, o crescimento da população seria exponencial, representando seu potencial biótico. No entanto, à medida que a população cresce, a resistência ambiental aumenta, reduzindo o crescimento populacional. Isso ocorre até que se estabeleça um equilíbrio entre a resistência ambiental e a tendência de crescimento da população. A partir de então, temos uma população cujo tamanho é máximo para aquele ambiente. Nessa situação a população terá atingido a **capacidade de suporte** do meio. No entanto, podem ocorrer pequenas oscilações em torno desse tamanho máximo ao longo do tempo.

Assim, a conservação, a redução ou o aumento do número de indivíduos de uma população depende da combinação de dois componentes opostos: a resistência do meio e o potencial biótico.

Quando se estabelece equilíbrio entre esses dois componentes, a população mantém-se relativamente estável. Ocorrendo quebra nesse equilíbrio, por aumento ou diminuição da resistência do meio, a população tende a sofrer de início, respectivamente, redução ou acréscimo numérico.

É interessante notar que o aumento populacional acaba por levar ao aumento da resistência do meio e à consequente redução populacional. É o que se observa, por exemplo, quando começa a faltar alimento em função do crescimento populacional exagerado.

Fatos como esses mostram que as relações desarmônicas entre os seres vivos, que representam resistência do meio para as espécies prejudicadas, não são desarmônicas em relação ao ecossistema, pois participam da manutenção do equilíbrio ecológico. O predatismo, por exemplo, que representa resistência do meio à espécie predada, beneficia o ecossistema e indiretamente favorece a própria espécie atingida por ele. Se os herbívoros não fossem caçados pelos carnívoros, por exemplo, provavelmente devastariam a vegetação e morreriam de fome.

Nos últimos séculos, principalmente a partir da Revolução Industrial, a população humana entrou em crescimento exponencial (Fig. 5.25), devido ao desenvolvimento tecnológico e científico, que redu-

ziu sensivelmente a resistência ambiental. O economista inglês Thomas Malthus já previa escassez futura de alimento, afirmando que, enquanto a população humana cresce em progressão geométrica, a produção de alimento cresce em progressão aritmética, não havendo, assim, alimento suficiente para todos.

Os efeitos da falta de alimento e os de outras alterações ambientais provocadas pelo ser humano podem tornar-se tão graves que a própria existência humana poderá ficar comprometida. Assim, a humanidade corre sérios riscos de enfrentar, no futuro, uma forte resistência ambiental com graves efeitos.

Isso não significa que devemos ser contra o desenvolvimento tecnológico e científico. Muito pelo contrário. O que precisamos é continuar tendo consciência da importância do planejamento familiar e do respeito ao meio ambiente.

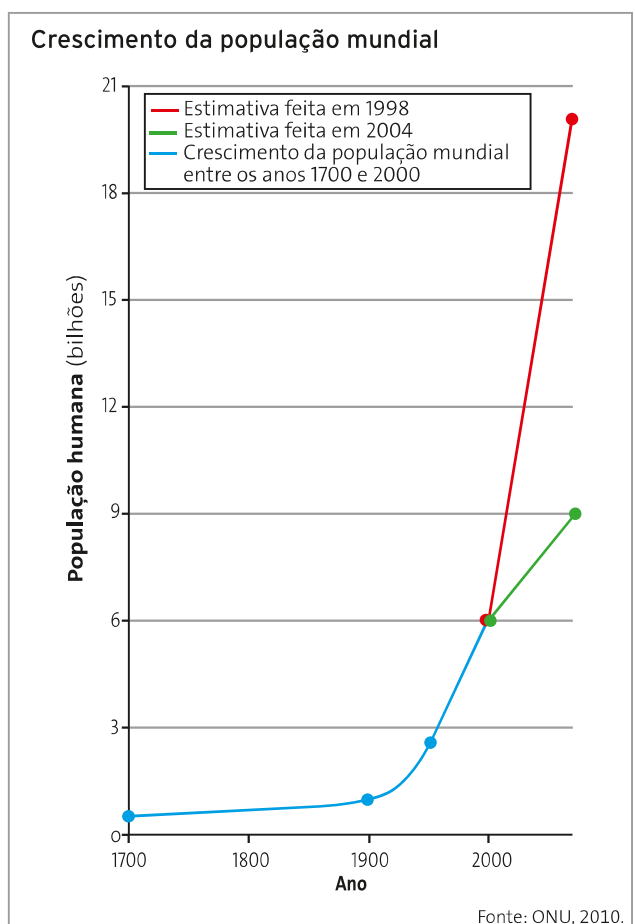


Figura 5.25. O gráfico mostra o crescimento da população humana mundial desde 1700 até 2000. Desse ano em diante, são apresentadas duas projeções feitas pela Organização das Nações Unidas (ONU), uma de 1998 e a outra de 2004. Note que a projeção de 1998 era mais pessimista, pois considerava que o crescimento exponencial continuaria.

Estrutura etária

A estrutura etária de uma população refere-se à proporção de indivíduos nas várias faixas etárias.

Populações em crescimento têm muitos indivíduos jovens, enquanto populações estáveis apresentam maior equilíbrio entre o número de jovens e o de adultos. Populações em declínio apresentam menor proporção de jovens em relação às demais faixas etárias.

Esses dados podem ser apresentados em gráficos e neles podemos especificar para cada faixa etária a porcentagem de representantes dos sexos feminino e masculino. Observe nos gráficos (Fig. 5.26) que, nos Estados Unidos da América, por exemplo, os indivíduos se distribuem mais uniformemente entre as faixas etárias do que no Senegal.

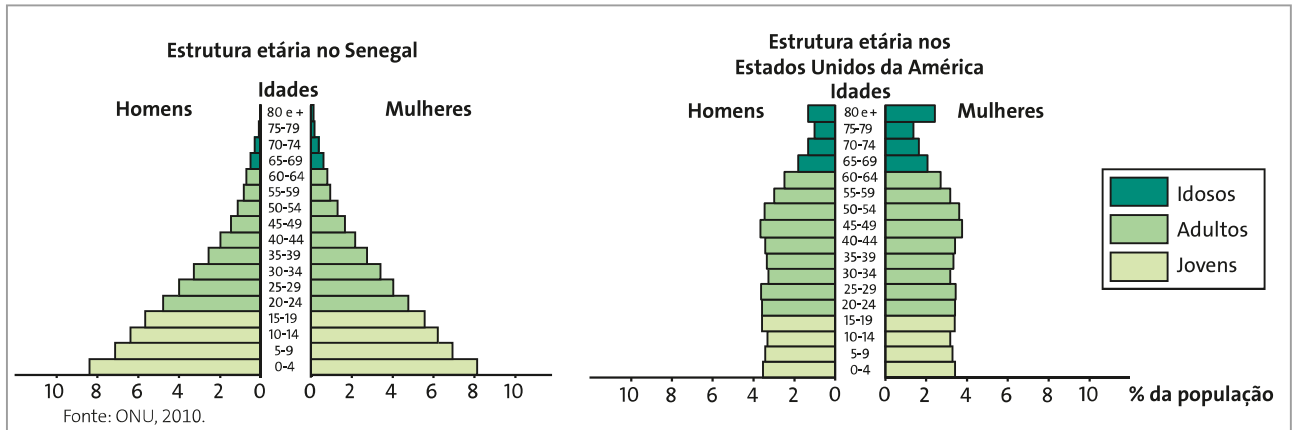


Figura 5.26. Gráficos da estrutura etária das populações do Senegal e dos Estados Unidos da América.

A estrutura etária da população brasileira pode ser encontrada no site do IBGE, em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/piramide/piramide.shtm>, acesso em: mar. 2016.

4.2. Fatores reguladores do tamanho da população

Embora os fatores abióticos, como a temperatura e a umidade do ar, sejam importantes, vamos deter nossa atenção apenas nos fatores bióticos, entre os quais destacamos os quatro principais: competição intraespecífica, competição interespecífica, predação e parasitismo.

Competição intraespecífica

A competição intraespecífica determina, basicamente, a densidade da população em certo local. Um exemplo desse tipo de competição é a **territorialidade**, ou seja, disputa por espaço.

A delimitação de um território, ou seja, de um espaço defendido em que indivíduos passam a agir sem a interferência de outros indivíduos dessa população, é um comportamento bem conhecido de muitas espécies de peixes, aves e mamíferos.

Uma forma interessante de territorialidade é a delimitação, por um macho, de um espaço que é defendido por ele contra outros machos da mesma população. Entretanto, nem todos os machos da população conseguem estabelecer o seu território. Assim, os que conseguem isso têm maior probabilidade de atrair fêmeas e se reproduzir (Fig. 5.27)

A territorialidade ajuda, portanto, a evitar a superpopulação, pois determina um espaço mínimo por casal ou por grupo de indivíduos.



Figura 5.27. Os leões-marinhos costumam constituir verdadeiros haréns. Para isso, o macho conquista, delimita e defende um território para o qual arrebanha as fêmeas. No início da organização do harém, os machos lutam entre si pela posse das fêmeas. O vitorioso, geralmente maior e mais forte, torna-se senhor do harém. Essa fotografia mostra um macho (ao fundo) e duas fêmeas de seu harém. Um macho chega a medir 2,4 m de comprimento.

Competição interespecífica

Anteriormente neste capítulo, comentamos que a competição interespecífica exerce influência sobre a densidade de duas populações com nichos ecológicos muito parecidos. Essa interação pode resultar na especialização do nicho ecológico de uma das populações ou mesmo na sua extinção. Nesse último caso, verifica-se o princípio da exclusão competitiva ou princípio de Gause. Como já vimos, de acordo com esse princípio, duas espécies podem ter o mesmo habitat, mas não podem ocupar exatamente o mesmo nicho por muito tempo, havendo exclusão de uma delas.

Predação

A relação entre predador e presa em comunidades estáveis ajuda a estabelecer o equilíbrio entre as populações envolvidas. A população de predadores pode determinar a densidade da população de presas e vice-versa.

Um exemplo clássico de equilíbrio dinâmico de população de presas e respectivos predadores é dado pelas lebres e pelos linces que vivem nas regiões frias do Canadá. A Companhia da Baía de Hudson registrou, de 1845 a 1935, a quantidade de peles desses animais que eram caçados. Observe os dados no gráfico a seguir (Fig. 5.28).

Admitindo-se que o número de animais caçados é proporcional ao tamanho de suas respectivas populações, é possível fazer algumas observações interessantes. À medida que aumenta o número de lebres, aumenta o número de linces, que passam a ter mais alimento. O aumento do número de linces reduz a quantidade de lebres, pois elas serão mais predadas. Quando a população de lebres diminui, a população de linces também diminui, pois há menos alimento disponível. Havendo menos linces, menor número de lebres é predado e essa população aumenta, recomeçando o ciclo. A situação pode tornar-se mais complexa se houver influência de variações na disponibilidade de alimento das presas.

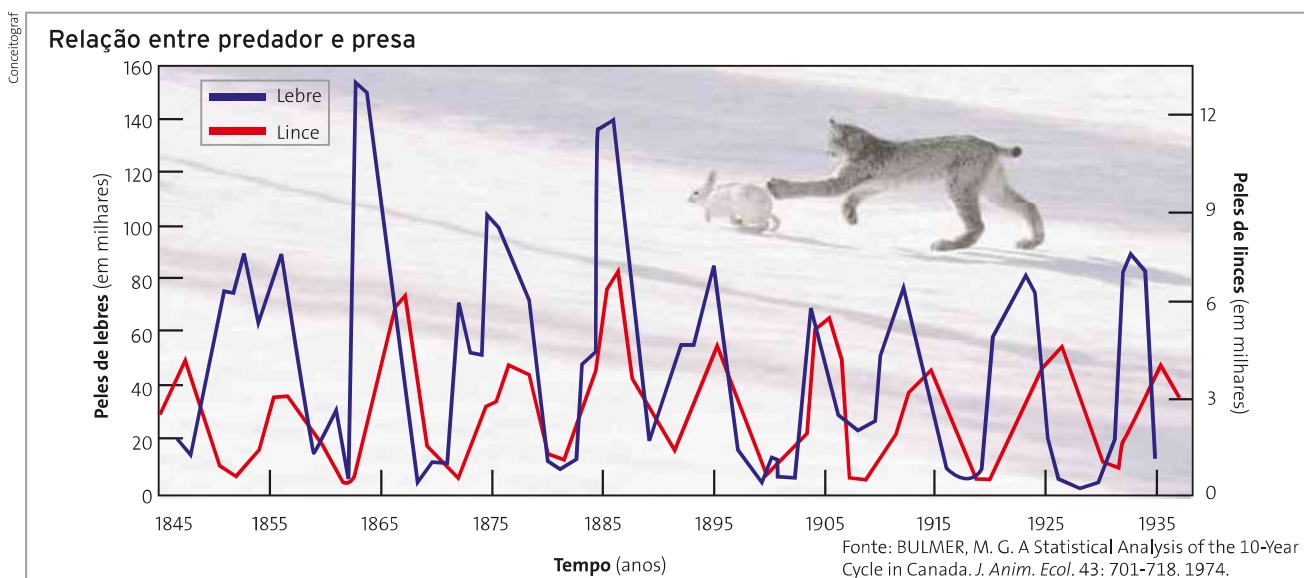


Figura 5.28. Gráfico relacionando as variações no tamanho das populações de lebres e linces em uma região do Canadá ao longo de 90 anos. Na fotografia, vemos um lince capturando uma lebre, que mede cerca de 40 cm de comprimento.



Colocando em foco

GRANDES PREDADORES INIBEM DEVASTAÇÃO DO ECOSSISTEMA

Poucas coisas inspiram tanto medo na floresta quanto o uivo de um lobo. Soa como um alarme para que alces, veados e bisões busquem refúgio. E sua presença é mesmo imprescindível para garantir a integridade do ecossistema, segundo um estudo publicado [...] na revista *Nature Communications*. Nele, pesquisadores da Universidade de Ontário Ocidental, no Canadá, mostram como o medo despertado por estas espécies inibe a devastação causada por suas presas à vegetação e ao mar, impedindo o desequilíbrio da cadeia alimentar.

Os autores da pesquisa perceberam como a caça promovida pelos guaxinins está contribuindo para o sumiço de aves canoras, caranguejos e algumas espécies de peixes nas ilhas da Colúmbia Britânica, no Canadá. Seu comportamento atrevido é motivado pela ausência de grandes carnívoros, já que lobos e pumas foram dizimados na região há mais de 70 anos.

Para inibir os guaxinins, os cientistas espalharam pelas ilhas alto-falantes com o som dos antigos predadores — alguns comuns, outros raivosos. Foi o suficiente para que os “soberanos” locais diminuíssem significativamente o seu tempo de caça e passeio a céu aberto. O medo repercutiu no ecossistema. As populações de peixes, agora menos perseguidas, voltaram a crescer.

Os seres humanos aniquilaram grandes carnívoros em parte do planeta, levando a consequências ecológicas que somente agora começamos a entender — destaca Justin Suraci, pesquisador canadense e coautor do estudo. [...] Estas espécies diminuem significativamente a diversidade e abundância das plantas e animais que consomem, porque não existe mais aquela criatura maior que os mantinha sob controle.

Suraci revela que a inspiração para sua pesquisa veio de um projeto de reintrodução de lobos no parque americano de Yellowstone, em 1995. [...] [Fig. 5.29].

Ao perceber o estado miserável dos campos da região, a baixa estatura da floresta e o desaparecimento de diversas espécies, os administradores da unidade de conservação enviaram matilhas de lobos para conter a ampla população de alces. Estes herbívoros passaram a evitar locais onde estariam mais expostos, como os vales, possibilitando a regeneração destas áreas. Em alguns trechos, o tamanho das árvores quintuplicou em apenas seis anos, atraindo aves e castores, famosos por criar “represas” em rios, que se transformam em habitat para outros animais, como os patos e diversos anfíbios e répteis. Os ursos apareceram para aproveitarem a carne dos coiotes mortos por lobos. Livres dos antigos predadores, coelhos e ratos saíram da toca, chamando a atenção de águias e raposas.

O solo, agora menos explorado pelos alces, recuperou força e realçou o formato dos rios, que antes pareciam mais divididos e com aparência de fileiras dispersas. A floresta recomposta protegeu as nascentes e cabeceiras.

Comprovamos o projeto de Yellowstone: ao restaurar o medo aos predadores do topo da cadeia alimentar, suas presas vão se alimentar menos, o que beneficia todas as outras espécies — assinala Suraci. [...]

GRANDELLE, Renato. Grandes predadores inibem devastação do ecossistema. *O Globo*. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/grandes-predadores-inibem-devastacao-do-ecossistema-18735300>>. Acesso em: mar. 2016.



Universal Image Group/Diomedea

Figura 5.29. Os lobos (*Canis lupus*), como o mostrado na fotografia, foram reintroduzidos no Parque Nacional de Yellowstone em 1995 e provocaram diversas mudanças nas populações de outras espécies. Medem cerca de 1,3 m de altura.

Parasitismo

Os parasitas são, via de regra, mais específicos que os predadores na obtenção de alimento. Enquanto os predadores podem procurar várias outras fontes de alimento quando uma população de presas é reduzida, os parasitas geralmente se instalam apenas em uma ou em algumas espécies.

Essa característica é importante para os estudos feitos atualmente sobre o controle biológico de pragas. O controle por meio de parasitas parece mais adequado, por ser específico. Já um predador empregado como agente controlador pode utilizar-se de outro recurso, provocando alterações nas redes alimentares. É o que aconteceu, por exemplo, com pardais originários da Inglaterra que foram introduzidos em Nova York para controlar uma espécie de lagarta. Como os pardais encontraram vários outros alimentos além dessa espécie de lagarta, espalharam-se pelos Estados Unidos tornando-se praga em alguns lugares.

Outro exemplo é o uso da joaninha *Harmonia axyridis* (Fig 5.30) no controle biológico de insetos parasitas de plantas, conhecidos como pulgões e cochonilhas.

Essa espécie é nativa da Ásia Central e, por ser altamente voraz, foi introduzida em vários países, inclusive no Brasil. Essa joaninha tem a capacidade de colonizar rapidamente grandes áreas e, depois de algum tempo, tornar-se predominante na comunidade, competindo com as espécies nativas de joaninhas, que têm sua população reduzida.

Uma vez estabelecida, a *Harmonia axyridis* dificilmente é erradicada. Portanto, ainda são necessários estudos para se verificar em que situações essa espécie de joaninha poderá ser utilizada como potencial agente de controle biológico e indicar diretrizes para a redução de seus efeitos negativos.

Figura 5.30. A joaninha *Harmonia axyridis* compete por recursos com as espécies de joaninhas nativas do Brasil. Mede cerca de 0,5 cm de comprimento. >



Haroldo Palo Jr.



Colocando em foco

USO DE PARASITAS E PARASITOIDES NO CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico surgiu na década de 1960 como uma alternativa ao uso de agrotóxicos contra diversas pragas, como insetos, ácaros e fungos, em diferentes culturas. Os agentes mais empregados são insetos, ácaros, nematoides, fungos, vírus e bactérias.

No Brasil, alguns dos agentes mais empregados estão na tabela a seguir:

Agente	Praga	Cultura
<i>Cotesia flavipes</i> (vespa)	Broca-da-cana	Cana-de-açúcar
<i>Neoseiulus barkeri</i> (ácaro)	Ácaro-branco e tripses	Hortaliças e fruteiras
<i>Neoseiulus californicus</i> (ácaro)	Ácaro-rajado	Hortaliças e fruteiras
<i>Deladenus siricidicola</i> (verme)	Vespa da madeira	Floresta de pinheiros
<i>Trichoderma harzianum</i> (fungo)	Mofo branco	Soja
<i>Metarhizium anisopliae</i> (fungo)	Cigarrinhas	Cana-de-açúcar
<i>Orius insidiosus</i> (besouro)	Tripses	Hortaliças e fruteiras

Fonte dos dados: VASCONCELOS, Y. Inseto contra inseto. *Revista Pesquisa Fapesp*, 194, maio, 2012. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/05/Pesquisa_195-26.pdf>. Acesso em: mar. 2016.

Os agentes que controlam essas pragas atuam basicamente como parasitas. Porém, há insetos que atuam como **parasitoides**. Nesses casos, os insetos colocam seus ovos no corpo ou nos ovos de outras espécies. Os ovos desses parasitoides desenvolvem-se e matam seus hospedeiros.

É o caso da vespa *Trichogramma galloi* (Fig. 5.31), que inocula seus próprios ovos nos ovos da mariposa conhecida como broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*). Os ovos da vespa desenvolvem-se, mas os da mariposa, não. Em sua forma adulta, a broca é uma mariposa de hábitos noturnos, de cor amarelo-palha (Fig. 5.32) e as fêmeas colocam os ovos nas folhas. É nesse momento que a vespa inocula seus próprios ovos, impedindo o desenvolvimento da lagarta, que é a forma larval da mariposa. São essas lagartas que penetram na cana-de-açúcar, parasitando a planta.

Outro exemplo de parasitoide utilizado como agente regulador de pragas na cultura da cana-de-açúcar é a vespa *Cotesia flavipes*, que também atua contra a broca-da-cana. Essa vespa põe seus ovos diretamente no corpo da lagarta.



Heraldo Negri

Figura 5.31. Vespa da espécie *Trichogramma galloi* fazendo oviposição nos ovos da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*). Mede cerca de 0,5 cm de comprimento.



Photo Researchers/
Getty Images

Figura 5.32. Indivíduo adulto da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*). Mede de 2 cm a 3 cm de envergadura.



Tema para discussão

REGISTRE
NO CADERNO



Um exemplo real de desequilíbrio ecológico

Na década de 1960, a Organização Mundial da Saúde (OMS) aplicou, por via aérea, verdadeiras nuvens de DDT em extensas áreas da Ilha de Bornéu, localizada no Oceano Pacífico. Com isso, a OMS visava combater os pernilongos que transmitiam a malária, um sério problema de saúde no local.

Inicialmente, os resultados esperados foram alcançados: como os transmissores foram combatidos, houve grande redução no número de casos de malária.

Algum tempo depois, entretanto, dois grandes problemas começaram a surgir na Ilha de Bornéu: houve um surto de ratos, e as casas dos nativos, que eram construídas com palha de coqueiro, começaram a cair.

Depois de muitas investigações, foi constatado que esses problemas estavam relacionados com a aplicação do DDT. Esse inseticida, além de matar os pernilongos, também afetava outros insetos, como abelhas, besouros e baratas. Os que não chegavam a morrer ficavam contaminados pelo DDT e com menor possibilidade de fugir de seus predadores: os lagartos. Ao ingerirem suas presas, os lagartos ficavam contaminados, pois o DDT tem a propriedade de se acumular nos tecidos e ao longo das cadeias alimentares. Esses lagartos ficavam mais

lentos, tornando-se presas fáceis dos gatos, seus predadores. Ao ingerirem os lagartos contaminados, os gatos acabavam morrendo. Com a morte dos gatos, a população de ratos começou a aumentar, pois a quantidade de seus predadores havia diminuído. Instalou-se assim a praga de ratos na ilha, o que fez com que a OMS introduzisse gatos de outros locais para o controle dos ratos.

Ao mesmo tempo, com a redução do número de lagartos, começou a haver a proliferação de outro inseto que era comido pelo lagarto: uma espécie de barata que se alimenta principalmente de palha de coqueiro. As casas dos nativos, construídas com essa palha, começaram a cair, pois as baratas proliferaram excessivamente sem o seu predador. Para resolver esse problema, a OMS precisou levar para a Ilha de Bornéu um tipo de lagarto que controlasse a população desses insetos.

O equilíbrio, enfim, foi restabelecido.

Quem poderia imaginar que uma ação para combater a malária pudesse provocar o surto de ratos e a queda das casas?

O desequilíbrio ecológico pode acarretar o aumento de populações, como a de ratos. >



Thinkstock/Getty Images

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

1. Esse caso é apenas mais um exemplo do que pode ocorrer pela falta de cuidado no manejo do meio ambiente. Represente por meio de um esquema as relações entre os fatos comentados no texto e discuta seu trabalho com os colegas de classe com a coordenação do(a) professor(a).
2. Faça uma pesquisa a respeito de casos de desequilíbrio ecológico no Brasil. Aparecerão muitas situações diferentes em várias regiões do país. Procure identificar um caso que ocorra na cidade onde você mora ou nas proximidades e elabore um texto descritivo explicando como faria para evitá-lo, caso fosse o(a) prefeito(a). Discuta o texto produzido em sala de aula, em um dia organizado pelo(a) professor(a). Escute com atenção as apresentações dos colegas e proponha ideias quando achar adequado.



Retomando

Como você viu, os seres vivos interagem entre si de inúmeras maneiras, direta ou indiretamente, influenciando a dinâmica das populações, das comunidades e dos ecossistemas. Retorne às questões da seção **Pense nisso** e tente reescrever as suas respostas, adicionando o que aprendeu com o estudo deste capítulo. O que mantém a densidade de uma população praticamente estável? O que pode perturbar esse equilíbrio?