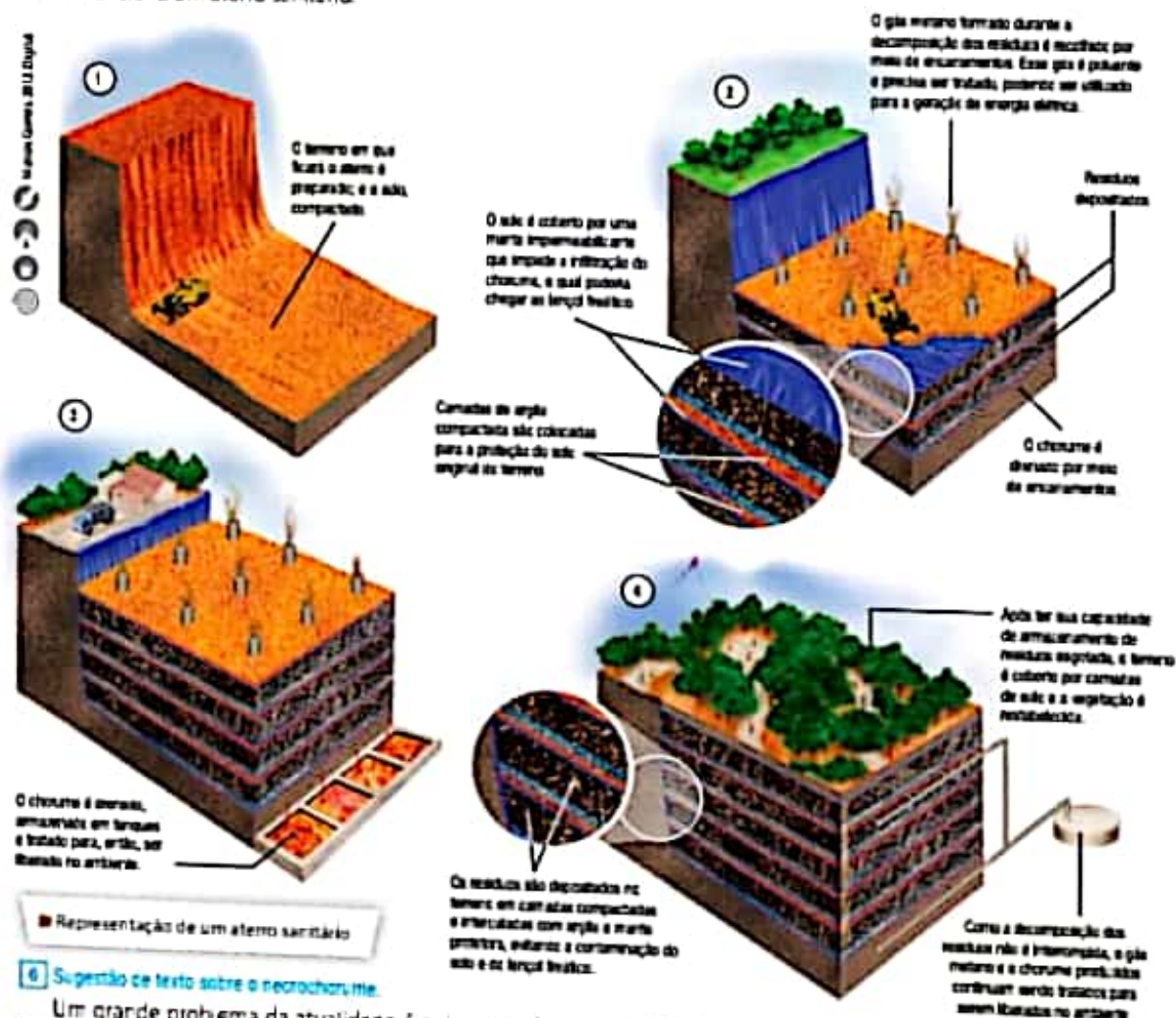




Para evitar esses problemas, é importante realizar a **reciclagem** dos resíduos e o encaminhamento adequado para os **aterros sanitários** daqueles que não são recicláveis. A reciclagem envolve o reaproveitamento de materiais que já foram beneficiados e utilizados – embalagens de plástico, alumínio, vidro, entre outras – como matéria-prima na produção de novos produtos. Com a realização desse processo, têm-se uma economia de recursos naturais não renováveis e uma redução do volume de resíduos descartados em aterros sanitários ou incinerados.

Depois que o lixo é selecionado e os materiais recicláveis são separados, o restante é destinado aos aterros sanitários, onde são tomados todos os cuidados necessários para que não ocorra a poluição do solo, da água e do ar. Observe como funciona um aterro sanitário.



Um grande problema da atualidade é o descarte de artigos eletrônicos, como computadores, celulares, câmeras digitais, televisores e eletrodomésticos, que compõem o e-lixo ou lixo eletrônico. Esses aparelhos apresentam diferentes metais em sua composição (mercúrio, cádmio, berílio, chumbo), que, se descartados de maneira incorreta, podem contaminar o solo e a água. Assim, é preciso que esse tipo de aparelho seja encaminhado a usinas específicas de reciclagem para que seja cuidadosamente desmontado e seus resíduos sejam encaminhados de forma correta.

Várias atitudes podem reduzir o impacto das atividades humanas nos ecossistemas. Reduzir o consumo, reciclar e reutilizar materiais, economizar água e energia, usar formas menos poluentes de transporte, reduzir as embalagens e dar destino adequado aos resíduos são apenas algumas das ações que podem ser adotadas como hábitos nas atividades diárias.



- alteração nas atividades de moradores locais, pois, muitas vezes, o petróleo derramado em alto-mar chega às praias, tornando a água imprópria para a pesca e o banho.

■ Processo de controle de derramamento de petróleo em uma praia da Tailândia em 2011

Sugere-se a leitura do livro *O petróleo: uma história mundial de conquistas, poder e conflitos*, de Daniel Yergin (ver Sugestões para os alunos e o professor).

Desmatamento

Caracteriza-se pela retirada da vegetação nativa dos diferentes ecossistemas, como florestas e savanas, que são substituídas por monoculturas, atividades agropecuárias, expansão de cidades, entre outros.

No Brasil, as principais atividades humanas que contribuem para o desmatamento estão relacionadas à indústria madeireira, à especulação imobiliária para o crescimento das cidades e à obtenção de áreas para a agropecuária. Contudo, a retirada da cobertura vegetal nativa acarreta inúmeras consequências, principalmente para o solo, como erosão, assoreamento de rios e lagos, desertificação, alterações no ciclo da água e perda da biodiversidade.

- **Erosão:** sem a cobertura vegetal nativa, o solo, pela ação do vento e da chuva, perde suas camadas superficiais mais férteis, ficando sem nutrientes. Além disso, com o decorrer do tempo, formam-se valas em virtude da ação de enxurradas, deixando os terrenos acidentados. Se o processo erosivo ocorrer em encostas, a infiltração da água das chuvas pode levar a deslizamentos de terra.
- **Assoreamento de rios e lagos:** o solo removido dos terrenos pela chuva é levado até rios e lagos e se acumula em seus leitos, fazendo com que se tornem cada vez mais rasos.
- **Desertificação:** a retirada da mata nativa e o manejo inadequado do solo o expõem à ação da chuva, do vento e de outros fenômenos, levando ao processo de desertificação, em que o solo se torna infértil pela perda de suas camadas superficiais ricas em matéria orgânica.
- **Alterações no ciclo da água:** as plantas retiram água do solo e, pela transpiração, a eliminam na atmosfera. Com o desmatamento, esse ciclo se quebra e, conseqüentemente, o regime de chuvas fica comprometido e a umidade relativa do ar é reduzida. Além disso, o desmatamento de áreas próximas a nascentes pode secá-las, alterando cursos de rios e formação de lagos e lagoas.
- **Perda da biodiversidade:** além da perda decorrente da retirada de espécies vegetais de um ambiente, há a perda de espécies animais, uma vez que elas dependem dos vegetais para sobreviver.



■ Terreno em processo acentuado de erosão

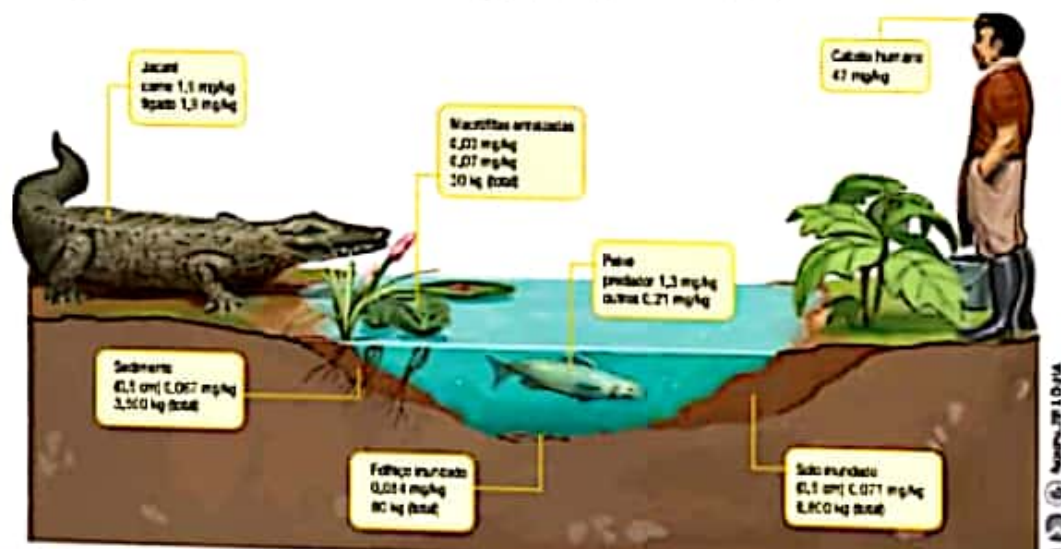
Resíduos e o solo

O consumo cada vez maior de alimentos industrializados, cosméticos, produtos de limpeza, eletrônicos, entre outros, leva à produção de resíduos compostos principalmente de embalagens, que, com os resíduos orgânicos, formam o que chamamos de "lixo". Quando não é devidamente destinado, o lixo pode contaminar o solo, os rios e os oceanos.

Um dos problemas gerados pelo lixo é a formação do chorume, líquido altamente poluente produzido pela decomposição dos resíduos e que pode se infiltrar no solo, contaminando os lençóis de água subterrânea. Além disso, em seu processo de decomposição, o lixo gera gás metano, que atua na atmosfera agravando o efeito estufa.

Sugere-se indicar aos alunos a leitura do livro *A história das coisas*, de Anne Leonard (ver Sugestões para os alunos).

Observe o exemplo do mercúrio, substância liberada no ambiente, sobretudo pelas atividades do garimpo, que polui os grandes rios, afetando a flora e a fauna, as quais são contaminadas pelo metal.



Fonte: ROSA, Rogério da Silva; MESSIAS, Rosine Amorim; AMERIZINI, Beatriz. Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <http://www.xpcc.org.br/xpcc/servidores/docman/essencial/verando/arquivos/EDUC-AMB-Ciclos-Biogeoquímicos.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2015.

■ Representação esquemática de contaminação por mercúrio em áreas de garimpo no norte do Brasil. Em determinadas regiões, observam-se índices três vezes superiores ao permitido por lei.

Como o mercúrio sofre o processo de bioacumulação, a população que consome esses peixes fica exposta aos riscos de contaminação. Esses animais podem estar contaminados pelo mercúrio que foi eliminado a vários quilômetros de distância.

Derramamento de petróleo

A poluição causada pelo **derramamento de petróleo** gera um impacto ambiental de difícil controle e com prejuízos significativos ao ambiente. Acidentes desse tipo podem ocorrer com o petróleo no estado bruto ou com seus produtos refinados, que podem vaziar de navios petroleiros, plataformas de extração ou oleodutos de distribuição danificados no ambiente terrestre.

Um dos efeitos nocivos do derramamento de petróleo é a formação de uma película que dificulta as trocas gasosas entre a água e a atmosfera. Além disso, como é escuro, o petróleo bloqueia a passagem de luz, impedindo a realização da fotossíntese pelas algas, o que provoca a morte de inúmeras populações de organismos aeróbicos. Entre outros efeitos, têm-se:

- Impregnação de petróleo nas brânquias dos peixes, causando asfixia e morte, e nas penas das aves marinhas, que perdem a capacidade de regular a temperatura corporal, ocasionando morte por hipotermia;
- prejuízos à biodiversidade das margens, com a morte de caranguejos e diversas plantas;

O maior derramamento de petróleo documentado ocorreu, em 2010, no Golfo do México. Nesse desastre ambiental, aproximadamente 75 milhões de barris de petróleo (cada barril equivale a cerca de 160 litros) vazaram, espalhando-se ao longo de 110 km na costa norte-americana. Muito desse petróleo nem chegou à superfície marinha, mas seus impactos são sentidos até os dias atuais. Entre eles, destacam-se a ameaça aos ecossistemas marinhos, a interrupção da pesca e do turismo nas regiões afetadas e as alterações genéticas em diferentes espécies.

Poluição da água e do solo

A poluição da água e do solo acompanha os seres humanos desde o início da organização dos primeiros povoados em virtude da necessidade de eliminar esgoto e resíduos sólidos. Nas sociedades atuais, as proporções desse descarte são ainda maiores em decorrência da grande quantidade de pessoas, do maior volume de embalagens e produtos plásticos, do uso de agrotóxicos em extensas áreas de plantações, entre outros fatores, o que compromete o ambiente, interfere nos ciclos de nutrientes, nos hábitos, nas cadeias alimentares e no desenvolvimento de plantas e animais e, principalmente, esgotando esses recursos naturais imprescindíveis à vida.

Eutrofização

Quando os ecossistemas aquáticos, especialmente lagoas, lagos, represas, pântanos e charcos, recebem uma grande quantidade de nutrientes nitrogenados e fosforados, considerados fatores limitantes para o desenvolvimento de algas, ocorre o fenômeno de **eutrofização** (do grego eu, verdadeiro, bem; trophé, alimento). Trata-se de um processo em que os nutrientes originados de fertilizantes agrícolas, **esgotos domésticos** ou resíduos industriais são levados pela enxurrada e se acumulam nos corpos de água.

Também chamado de efluente, o **esgoto doméstico**, se liberado sem tratamento, pode causar sérios danos ao ambiente. Por isso, ele deve ser encaminhado para Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) a fim de que retorne aos rios sem resíduos prejudiciais ao ambiente. Nas indústrias, dependendo da quantidade e do tipo de efluente produzido, é necessário que se construam ETEs próprias para o tratamento do esgoto.

Biologia

13

A princípio, é possível pensar que tais nutrientes são benéficos às populações. No entanto, verifica-se um crescimento explosivo de micro-organismos aeróbios (consumidores primários), que consomem rapidamente o oxigênio dissolvido na água, aumentando a demanda biológica de oxigênio. Isso causa a intensa mortalidade de espécies aeróbias, como os peixes.

Em muitos ecossistemas eutrofizados, ocorre, primeiramente, a explosão populacional de algas e cianobactérias, formando uma camada superficial geralmente esverdeada (floração das algas). A situação torna-se problemática porque o oxigênio produzido por essas algas é, em sua maior parte, liberado na atmosfera, não sendo dissolvido na água para ser utilizado pelos seres aeróbios. Além disso, elas impedem a penetração de luz, prejudicando as algas localizadas nas regiões mais profundas.

A ausência de luz e oxigênio provoca a morte de algas, peixes e outros seres aquáticos, desestabilizando as cadeias alimentares e produzindo grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, o que agrava o problema da eutrofização. Além disso, algumas espécies de cianobactérias produzem toxinas que, no caso de represas ou corpos de água para abastecimento de cidades, podem ocasionar problemas de saúde imediatos ou a longo prazo, intoxicações e, até mesmo, a morte de espécies de animais, como mamíferos e aves.

As principais consequências da eutrofização ao ambiente são

- multiplicação acentuada de algas e bactérias aeróbias;
- intensa redução do gás oxigênio (O_2) dissolvido na água;
- diminuição da população de organismos aeróbicos autótrofos e heterótrofos;
- multiplicação de bactérias anaeróbias e mau cheiro na água.

Para que não aconteça a eutrofização de lagoas, lagoas e represas, onde a presença de oxigênio é menor que a das águas correntes dos rios, é fundamental a instalação de estações de tratamento de esgotos e a fiscalização mais intensa de despejos clandestinos.

Bioacumulação

A bioacumulação ou magnificação trófica...



■ Lago eutrofizado com coloração verde característica da grande quantidade de algas

5 Sugestão de atividade sobre eutrofização



A princípio, é possível pensar que tais nutrientes são benéficos às populações. No entanto, verifica-se um crescimento explosivo de micro-organismos aeróbios (consumidores primários), que consomem rapidamente o oxigênio dissolvido na água, aumentando a demanda biológica de oxigênio. Isso causa a intensa mortalidade de espécies aeróbias, como os peixes.

Em muitos ecossistemas eutrofizados, ocorre, primeiramente, a explosão populacional de algas e cianobactérias, formando uma camada superficial geralmente esverdeada (floração das algas). A situação torna-se problemática porque o oxigênio produzido por essas algas é, em sua maior parte, liberado na atmosfera, não sendo dissolvido na água para ser utilizado pelos seres aeróbios. Além disso, elas impedem a penetração de luz, prejudicando as algas localizadas nas regiões mais profundas.

A ausência de luz e oxigênio provoca a morte de algas, peixes e outros seres aquáticos, desestabilizando as cadeias alimentares e produzindo grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, o que agrava o problema da eutrofização. Além disso, algumas espécies de cianobactérias produzem toxinas que, no caso de represas ou corpos de água para abastecimento de cidades, podem ocasionar problemas de saúde imediatos ou a longo prazo, intoxicações e, até mesmo, a morte de espécies de animais, como mamíferos e aves.

As principais consequências da eutrofização ao ambiente são

- multiplicação acentuada de algas e bactérias aeróbias,
- intensa redução do gás oxigênio (O_2) dissolvido na água,
- diminuição da população de organismos aeróbicos autótrofos e heterótrofos;
- multiplicação de bactérias anaeróbias e mau cheiro na água.

Para que não aconteça a eutrofização de lagos, lagoas e represas, onde a presença de oxigênio é menor que a das águas correntes dos rios, é fundamental a instalação de estações de tratamento de esgotos e a fiscalização mais intensa de despejos clandestinos.

 Sugestão de atividade sobre eutrofização



■ Lago eutrofizado com coloração verde característica da grande quantidade de algas

Bioacumulação

A **bioacumulação** ou **magnificação trófica** ocorre quando determinadas substâncias não biodegradáveis, como os metais pesados (mercúrio, chumbo, cobre, zinco, cromo, cádmio) e os agrotóxicos (inseticidas, herbicidas, fungicidas), acumulam-se no interior dos organismos ao longo das cadeias alimentares. Isso acontece porque os seres vivos não conseguem metabolizar tais substâncias, que permanecem no corpo e se acumulam em tecidos e órgãos. Por isso, os organismos que mais sofrem são aqueles que fazem parte dos últimos níveis tróficos.

A saúde humana também está sujeita a diversos efeitos da **bioacumulação**, porque muitas das substâncias tóxicas não biodegradáveis são solúveis em gordura e podem se acumular no tecido adiposo, como nas glândulas mamárias, contaminando o leite materno. Além disso, essas substâncias podem afetar o fígado, órgão que tem como uma de suas funções metabolizar toxinas presentes no organismo, e causar vários tipos de câncer e lesões nos órgãos.

Entre alguns efeitos da bioacumulação, estão:

- esterilidade;
- danos aos sistemas nervoso e locomotor e à medula óssea;
- problemas de pele;
- disfunções renais;
- malformações congênitas, além de ocasionar a morte.

A **bioacumulação** impacta diretamente a biodiversidade. Assim como nos seres humanos, em outros animais, como grandes mamíferos, répteis e aves, os efeitos da bioacumulação podem levar à esterilidade, disfunções renais e malformações congênitas nas espécies.

Biologia da Conservação

A transformação dos ambientes terrestres por diversas atividades antrópicas interfere no equilíbrio ambiental, provocando impactos no desenvolvimento e na sobrevivência das espécies de seres vivos, inclusive dos próprios seres humanos.

Esses impactos ocorrem nas cadeias alimentares e nos ciclos biogeoquímicos e provocam mudanças climáticas que interferem nos ecossistemas. Com isso, a **biodiversidade**, que corresponde à variedade de seres vivos que habitam a Terra e às interações que estabelecem entre si e com o ambiente, é afetada, podendo ocorrer reduções nas populações de seres vivos e extinções de espécies.

A Biologia da Conservação reúne conhecimentos de diversas áreas, como Ecologia, Biologia de Populações, Antropologia, Genética, Evolução e Biogeografia, para desenvolver ações que contribuam para a conservação da biodiversidade. Assim, o objetivo principal dessa área de conhecimento é a pesquisa das principais tendências e processos de redução da biodiversidade, evitando a extinção de espécies e minimizando os efeitos negativos desses processos para a manutenção da vida no planeta Terra.

7 Sugestão de encaminhamento sobre a Biologia da Conservação.

Biologia

1

O desaparecimento de uma espécie de determinado ecossistema caracteriza o processo de extinção. Por exemplo, muitas espécies de animais, plantas, fungos ou bactérias que habitaram o planeta Terra há milhões de anos já não existem mais.

A extinção pode ser um evento natural ou artificial. O processo de extinção natural de espécies normalmente acontece de forma lenta e gradual, ocasionado por inúmeras alterações nos ambientes terrestres, como terremotos, erupções vulcânicas, glaciações e alterações de relevo.

Os seres humanos vêm acelerando o processo de extinção das espécies, provocando a chamada extinção artificial, em virtude de atividades que interferem na disponibilidade de recursos naturais e nas áreas onde os seres vivos se desenvolvem. Entre as consequências dessas atividades, estão o aquecimento global, mudanças climáticas, desmatamentos e poluição dos ecossistemas.

©iStockphoto.com/Pjmaisbury



■ O rinoceronte-negro foi declarado extinto em 2013. Sua extinção se deve à caça ilegal.

Manutenção da biodiversidade

A necessidade de manutenção da biodiversidade estimula novas pesquisas nas diferentes áreas que compõem os estudos da Biologia da Conservação. Com base nesses estudos, são delimitadas algumas medidas visando à preservação da biodiversidade. Entre elas, destacam-se:

- prevenir a extinção de espécies;

- prevenir a extinção de espécies;
- determinar as causas de ameaça de extinção de espécies;
- prever as taxas atuais de extinção de espécies;
- estabelecer prioridades para os esforços de conservação;
- restaurar ecossistemas degradados.

Entre as medidas para a preservação da biodiversidade, a principal é a manutenção de áreas conservadas nos diferentes ecossistemas, garantindo o hábitat ideal para que as espécies tenham alimento, abrigo e condições para a reprodução. Essas áreas ajudam a manter o equilíbrio climático do planeta, beneficiando os ecossistemas e as espécies como um todo, além de garantir que populações tradicionais, como ribeirinhos e indígenas, desenvolvam suas atividades de maneira sustentável.

Unidades de Conservação

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, determina as ações referentes à instituição de **Unidades de Conservação** no Brasil. Em seu Art. 2º, ela define essas áreas como "espaço territorial e seus recursos ambientais,

Com o objetivo de garantir recursos naturais necessários para o desenvolvimento dos seres vivos e conservar a diversidade biológica e os diferentes ecossistemas, foram criadas as **Unidades de Conservação (UCs)**. Essas áreas são determinadas pelo poder público municipal, estadual ou federal por meio de legislação específica, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

A primeira Unidade de Conservação criada no Brasil foi o Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro, em junho de 1937. Nos anos seguintes, prin-

paço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

A primeira Unidade de Conservação criada no Brasil foi o Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro, em junho de 1937. Nos anos seguintes, principalmente nas décadas de 1960 e 1970, foram realizados grandes avanços quantitativos na criação de novas UCs e iniciaram-se os primeiros esforços para a criação de um sistema nacional de áreas protegidas sob o critério de representatividade ecológica.

Atualmente, as Unidades de Conservação são classificadas em dois grupos: de proteção integral e de uso sustentável.

20

Volume 12

- Unidades de Conservação de proteção integral: áreas que não podem ser habitadas por seres humanos e onde é permitido fazer apenas uso indireto de seus recursos naturais em pesquisa científica,



- **Unidades de Conservação de proteção integral:** áreas que não podem ser habitadas por seres humanos e onde é permitido fazer apenas uso indireto de seus recursos naturais em pesquisa científica, turismo ecológico e educação. Entre elas, estão estações ecológicas, reservas biológicas, parques nacionais, monumentos naturais e refúgios da vida silvestre.

©iStockphoto.com/Agustavo

▀ Parque Nacional de Aparados da Serra, no Rio Grande do Sul, que apresenta diversas atividades de turismo ecológico



©iStockphoto.com/Brasil12

- **Unidades de Conservação de uso sustentável:** áreas em que é permitida a presença de moradores e cujo objetivo é desenvolver a conservação da natureza associada ao uso sustentável dos recursos naturais. Entre elas, estão Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIEs), florestas nacionais, reservas extrativistas, reservas de fauna, reservas de desenvolvimento sustentável e reservas particulares do patrimônio natural.

▀ Nas reservas extrativistas, podem ser realizadas a agricultura familiar e a

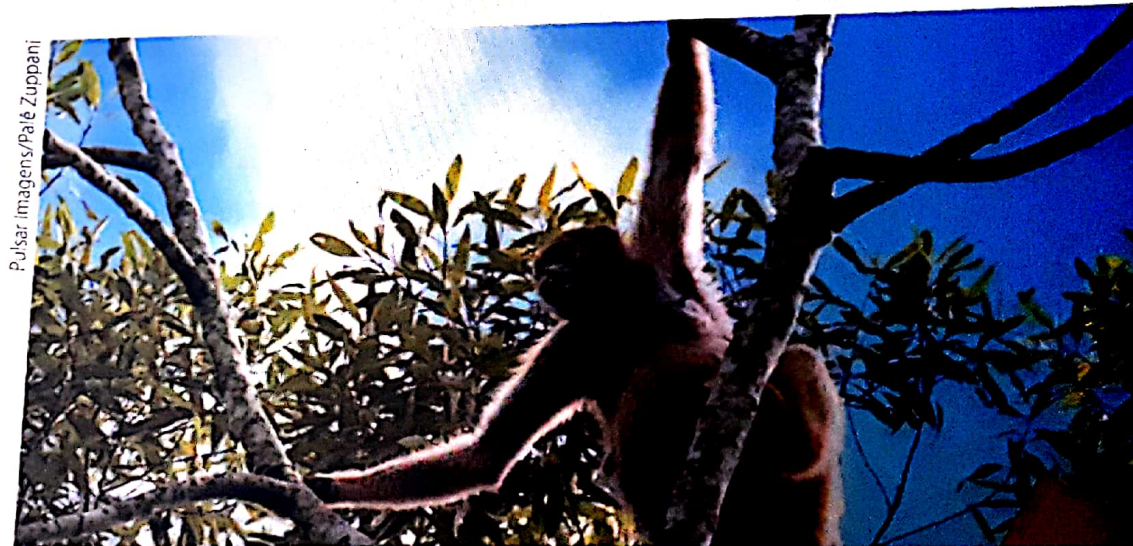
As diferentes categorias de UCs visam à conservação da biodiversidade respeitando as populações locais e seu modo de sobrevivência. Para isso, são necessários investimentos, ações educacionais, fiscalização e suporte, sobretudo para que, com o ambiente, seja possível conservar também as culturas locais e as formas de subsistência de maneira sustentável.

Principais ameaças à biodiversidade

Com o objetivo de estabelecer prioridades para a conservação da biodiversidade e, até mesmo, criar Unidades de Conservação e classificá-las, é importante que se conheçam as principais ameaças às diferentes espécies. Dessa forma, alguns dos fatores responsáveis pela extinção de espécies são perda de hábitat, espécies exóticas e invasoras e sobre-exploração.

Perda de hábitat

É ocasionada pelo desmatamento de áreas para agricultura e pecuária, pelo aumento de áreas urbanas, pela extração de recursos naturais e pela poluição. Esses fatores provocam a perda de hábitat e, indiretamente, mudanças no clima, que também interferem no ciclo natural das espécies, como aquecimento global, inversão térmica e chuva ácida. Com a destruição dos habitats, muitas espécies não conseguem alimento, abrigo ou, ainda, são impedidas de se reproduzirem, sendo ameaçadas de extinção.



Pulsar Imagens/Paê Zuppani

Espécies exóticas e invasoras

Uma espécie encontrada em um ecossistema que não é seu ambiente natural caracteriza-se como uma **espécie exótica**. Por exemplo, as árvores de eucalipto encontradas no Brasil são exóticas, pois são provenientes da Austrália. A introdução de seres vivos em ecossistemas diferentes pode ser prejudicial, pois sua presença pode reduzir o número de espécies nativas, colocando em risco a biodiversidade de toda a área.



©Wikimedia Commons/Peter Halasz

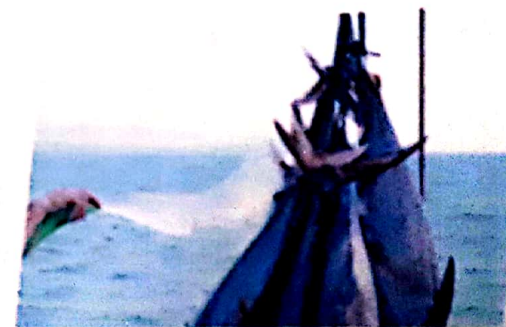
Algumas espécies exóticas apresentam potencial para serem **invasoras**, ou seja, adaptam-se às condições do ambiente no qual foram introduzidas, reproduzem-se e dispersam-se por áreas maiores, competindo com as espécies nativas ou se alimentando delas, as quais podem se extinguir.

A carpa-capim (*Ctenopharyngodon idellus*), por exemplo, foi introduzida no Brasil para ser utilizada na piscicultura. Atualmente, ela é encontrada em rios e lagos, onde passou a competir com espécies nativas e a destruir a vegetação aquática.

▀ A carpa-capim, natural da Ásia, é um exemplo de espécie invasora nos rios brasileiros.

Sobre-exploração

Compreende a captura de organismos de diferentes espécies silvestres em quantidades superiores à capacidade deles de se reproduzirem. Como exemplo,



©Shutterstock.com/Dierk

Sobre-exploração

Compreende a captura de organismos de diferentes espécies silvestres em quantidades superiores à capacidade deles de se reproduzirem. Como exemplo, pode-se mencionar a pesca em escala industrial do atum em alto-mar, a qual está reduzindo consideravelmente as populações dessa espécie. Esse tipo de sobre-exploração interfere diretamente nas cadeias alimentares oceânicas, ocasionando a redução de espécies que se alimentam dos atuns.

■ O atum é um exemplo de espécie silvestre capturada em escala industrial.



Uso racional de recursos naturais e sustentabilidade

O intenso desenvolvimento econômico, associado ao grande número de pessoas, tem levado o ser humano a utilizar mais recursos do que a natureza é capaz de repor. O resultado disso é o aumento dos problemas ambientais.

Para que esse quadro não se agrave ainda mais, é preciso proteger os recursos naturais e utilizá-los de maneira que não se comprometa sua existência para as gerações futuras. Para tanto, são necessárias algumas mudanças de comportamento, tais como:

- evitar o desperdício de água;
- reduzir o consumo reutilizando materiais, usando embalagens retornáveis e reciclando eletroeletrônicos, embalagens e outros produtos;
- promover o uso de energia renovável, como a solar e a eólica;

Para que esse quadro não se agrave ainda mais, é preciso proteger os recursos naturais e utilizá-los de maneira que não se comprometa sua existência para as gerações futuras. Para tanto, são necessárias algumas mudanças de comportamento, tais como:

- evitar o desperdício de água;
- reduzir o consumo reutilizando materiais, usando embalagens retornáveis e reciclando eletroeletrônicos, embalagens e outros produtos;
- promover o uso de energia renovável, como a solar e a eólica;
- reduzir a emissão de gases poluentes;
- considerar os impactos ambientais na tomada de decisões econômicas.

As soluções para as questões ambientais preveem um novo tipo de desenvolvimento, que seja capaz de manter o progresso e ainda garantir um ambiente preservado para as futuras gerações. A **sustentabilidade** visa à existência de harmonia entre a exploração de recursos, os investimentos e o desenvolvimento tecnológico. Um importante passo para alcançar esse objetivo é a criação de legislações ambientais, tratados internacionais e políticas públicas, além da busca por tecnologias que auxiliem na reparação de danos ambientais ou que os evitem.

Pegada ecológica

Do mesmo modo que deixamos pegadas quando caminhamos na areia, nossa "caminhada" pela Terra também deixa "rastros" de várias proporções nos diferentes ecossistemas. Esses "rastros" podem ser medidos pela pegada ecológica, metodologia que avalia o impacto do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais e é expressa em **hectares globais (gha)**.

O cálculo da pegada ecológica revela se nosso estilo de vida está ou não de acordo com a oferta de recursos do planeta. Considera-se que a média para evitar um colapso ambiental seja de, aproximadamente, 1,8 hectare *per capita* (hectares por pessoa). Se a pegada ecológica de um país for maior que esse valor, diz-se que existe um **déficit ecológico**. Nesse caso, o país está vivendo de maneira insustentável. Se ocorrer o inverso, tem-se um **crédito ecológico**, indicando que o país apresenta vida sustentável.

No Brasil, os dados sobre o orçamento familiar do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) têm servido de base para o cálculo da pegada ecológica ao considerar despesas, poder de compra e rendimentos de uma família. Em 2012, a pegada ecológica brasileira foi de 2,93 hectares *per capita*, demonstrando que o país está caminhando para a insustentabilidade.

Ecologia da Restauração

Um hectare global equivale a um hectare de produtividade média mundial para terras e águas produtivas em um ano. Esse modelo possibilita a comparação entre padrões de consumo distintos, estimados por país ou região, os quais são analisados para verificar se estão ou não de acordo com a capacidade ecológica do planeta.

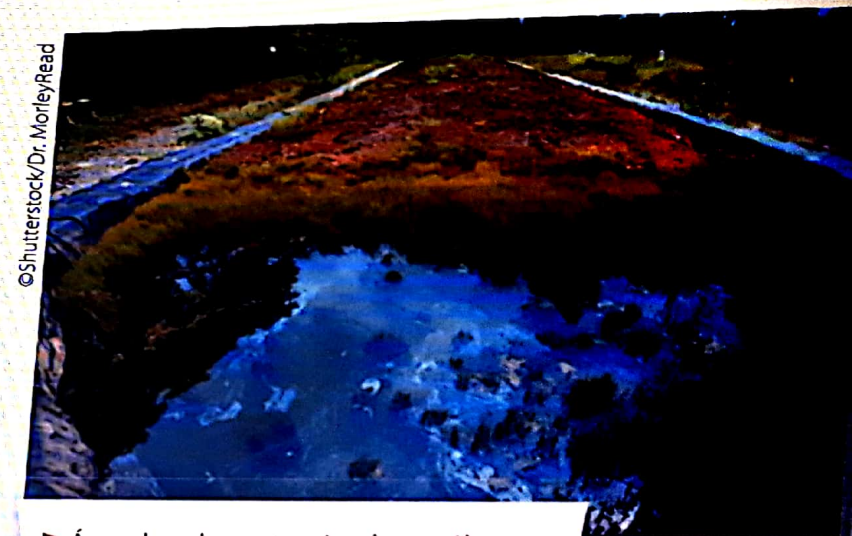
Ecologia da Restauração

Na restauração natural, uma área degradada passa pelo processo de **sucessão ecológica**. Nesse caso, por meio de lentos e gradativos eventos de desenvolvimento de organismos, a composição das comunidades vai se alterando até o estabelecimento da comunidade clímax, o que pode demorar várias décadas.

A **Ecologia da Restauração** surgiu, na década de 1980, como uma ciência que visava promover estudos e planos de recuperação de áreas degradadas. O objetivo era proporcionar ao ambiente degradado condições favoráveis ao restabelecimento da vida em um período de tempo menor, auxiliando no processo de sucessão ecológica. Para isso, existem algumas técnicas de restauração de áreas degradadas, como a biorremediação e o incremento biológico.

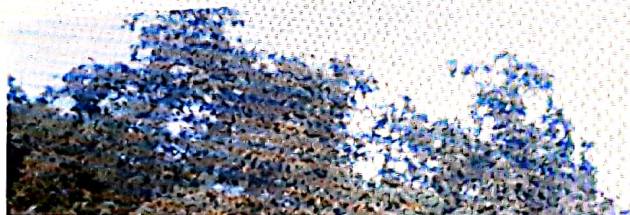
A **biorremediação** é um processo em que bactérias, fungos e plantas são utilizados na recuperação de áreas contaminadas. Esses organismos têm a capacidade de metabolizar a substância contaminante, como metais pesados, petróleo, esgoto e substâncias tóxicas, e transformá-la em uma substância que não ofereça riscos ao ambiente e aos seres vivos.

No **incremento biológico**, seres vivos são utilizados para introduzir nutrientes essenciais em uma área degradada, promovendo o restabelecimento de espécies vegetais, animais, fungos e micro-organismos. No caso do ni-



©Shutterstock/Dr. MorleyRead

■ Área de solo contaminada por óleo sendo recuperada por biorremediação



Kino.com.br/isa

A **biorremediação** é um processo em que bactérias, fungos e plantas são utilizados na recuperação de áreas contaminadas. Esses organismos têm a capacidade de metabolizar a substância contaminante, como metais pesados, petróleo, esgoto e substâncias tóxicas, e transformá-la em uma substância que não ofereça riscos ao ambiente e aos seres vivos.

■ Área de solo contaminada por óleo sendo recuperada por biorremediação

No **incremento biológico**, seres vivos são utilizados para introduzir nutrientes essenciais em uma área degradada, promovendo o restabelecimento de espécies vegetais, animais, fungos e micro-organismos. No caso do nitrogênio, elemento essencial para o crescimento vegetal, micro-organismos fixadores ou plantas que apresentam em suas raízes associações com micro-organismos fixadores, como as leguminosas, são introduzidos na área degradada para que o nitrogênio seja reincorporado ao solo e novas espécies possam se desenvolver.

■ Árvore de ingá (*Inga* sp.) utilizada na recuperação de áreas degradadas, restabelecendo o nitrogênio do solo

hectare: unidade de medida agrária que corresponde a 10 000 m².



Kino.com.br/isa