

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA

Natheli Keila Takemori Silva
Sandro Menezes Silva

Educação ambiental e cidadania

Nathieli Keila Takemori Silva

Sandro Menezes Silva

IESDE BRASIL S/A

2018

© 2005-2018 – IESDE BRASIL S/A.

É proibida a reprodução, mesmo parcial, por qualquer processo, sem autorização por escrito dos autores e do detentor dos direitos autorais.

Capa: IESDE BRASIL S/A. Imagem da capa: Karniewska/iStockphoto

**CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ**

S581e Silva, Nathieli K. Takemori

Educação ambiental e cidadania / Nathieli K. Takemori
Silva, Sandro Menezes Silva. - 4. ed. - Curitiba, PR : IESDE
Brasil, 2018.

218 p. : il. ; 21 cm.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-387-6416-8

1. Educação ambiental. 2. Proteção ambiental - Participação do cidadão. 3. Cidadania. I. Silva, Sandro Menezes. II. Título.

17-46699

CDD: 363.7

CDU: 502.1

Todos os direitos reservados.



IESDE BRASIL S/A.

Al. Dr. Carlos de Carvalho, 1.482. CEP: 80730-200
Batel – Curitiba – PR
0800 708 88 88 – www.iesde.com.br

Nathieli K. Takemori Silva

Mestre em Botânica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela mesma universidade.

Sandro Menezes Silva

Doutor e mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Sumário

Apresentação 9

1. A questão ambiental no planeta Terra 11

2. Recursos hídricos e cidadania I 23

 2.1 Quantidade de água no planeta 25

 2.2 Usos múltiplos da água 28

 2.3 As principais causas da contaminação da água 33

 2.4 A eutrofização 34

 2.5 As bacias hidrográficas 35

3. Recursos hídricos e cidadania II 41

 3.1 Lei de Recursos Hídricos 41

 3.2 Princípio do poluidor-pagador 44

 3.3 Tecnologias para o uso da água 45

 3.4 Importância da educação ambiental no uso dos recursos
 hídricos 47

4. Recursos sólidos e cidadania I 51

 4.1 Tipos de resíduos sólidos 52

 4.2 Formas de disposição final dos resíduos sólidos 54

 4.3 Formas mais usuais de disposição final dos resíduos
 sólidos 56

 4.4 O lixo que machuca 60

5. Recursos sólidos e cidadania II 65

 5.1 Coleta seletiva 66

 5.2 Identificação dos materiais recicláveis 67

 5.3 Reciclagem 69

6. O uso do solo 81

6.1 Tipos de solos 84

6.2 Ciclos biogeoquímicos 87

6.3 A degradação do solo e a qualidade de vida 89

6.4 A conservação dos solos e a produção de alimentos 91

6.5 O uso sustentável do solo 94

7. Efeito estufa 103

7.1 Causas do efeito estufa 106

7.2 Consequências 111

7.3 Medidas mitigadoras 111

8. A camada de ozônio 119

8.1 Radiação solar 119

8.2 O ozônio e sua função escudo de radiação ultravioleta 120

8.3 A destruição da camada de ozônio 121

8.4 A causa da destruição 122

8.5 As consequências da destruição da camada de ozônio 124

8.6 Medidas mitigadoras e educação ambiental 126

9. A hipótese Gaia 129

9.1 A origem da hipótese Gaia 129

9.2 As evidências da hipótese 130

9.3 O planeta das margaridas 132

9.4 Ações humanas e a hipótese Gaia 132

9.5 Perspectivas futuras 133

10. Matrizes energéticas	137
10.1 Petróleo	138
10.2 Usinas hidrelétricas	139
10.3 Biomassa	140
10.4 Energia solar fotovoltaica	141
10.5 Energia eólica	142
10.6 Energia nuclear	142
10.7 Uso racional das matrizes energéticas	143
10.8 Perspectivas futuras	144
11. Avaliação de impactos ambientais	151
11.1 Impactos ambientais e licenciamento ambiental	154
11.2 Características do Estudo de Impacto Ambiental (EIA)	157
11.3 O Relatório de Impacto Ambiental (Rima)	159
12. A Carta da Terra	177
13. Uma nova ética ambiental por meio da ecopedagogia	191
13.1 Ecopedagogia	191
13.2 Ecopedagogia e sociedade	192
13.3 Ecopedagogia: uma nova proposta	193
13.4 Desafios para a ecopedagogia	193
14. Antropocentrismo e uso dos recursos naturais	199
14.1 A evolução do homem	200
14.2 A mudança de pensamento	202
<i>Gabarito</i>	205
<i>Referências</i>	211

Apresentação

Desde que o ser humano surgiu no planeta, ele utiliza recursos da natureza para suprir suas necessidades básicas, relacionadas principalmente à alimentação, ao abrigo e à obtenção de energia. Certamente, vem daí essa postura consumista quanto aos recursos naturais, que durante vários anos foram vistos como infinitos.

Sendo assim, a inclusão da educação ambiental nos programas formais de ensino-aprendizagem é fundamental, mas não pode ser a única iniciativa para mudar a mentalidade enraizada do ser humano. Ações diretas de mobilização e conscientização, além da difusão do pensamento biocêntrico desde a educação infantil até a idade adulta, assim como a atualização de pais e professores sobre esse tema, também devem ser consideradas quando se planeja um programa de educação ambiental.

Esta obra traz várias informações pertinentes sobre esse assunto, com a intenção de servir como um apoio para os educadores que irão atuar na área. Inicialmente, será apresentada a postura do ser humano em relação à natureza, desde os tempos remotos até os dias atuais, mostrando que tais relações vêm sendo cada vez mais pautadas na ideia de recursos infinitos, o que fica mais evidente quando se explora o tema dos recursos hídricos. Quanto a ele, serão enfocadas as principais características da água, os problemas referentes ao mau uso desse patrimônio e o que está sendo feito para minimizar os impactos decorrentes da ação humana sobre esse recurso.

A questão dos resíduos sólidos, um dos maiores problemas na maioria das cidades brasileiras, também será abordada nesta obra, de maneira a trazer informações sobre ações e posturas que os cidadãos podem ter para colaborar na minimização dos seus impactos sobre a natureza. Outro tema abordado será o solo, sua origem e principais características, a maneira como é utilizado e as implicações dele na manutenção da qualidade ambiental.

Será apresentado ainda um panorama da atmosfera, enfocando o aquecimento global provocado pelo efeito estufa e a diminuição da camada de ozônio. Esses temas serão relacionados às respectivas causas e às ações que devem ser tomadas para minimizar e, quem sabe, frear os processos que ocasionam os efeitos nocivos.

Já o tema das matrizes energéticas será apresentado a fim de mostrar as várias formas de geração de energia, com ênfase nos efeitos positivos e negativos de cada uma, enfatizando a principal fonte de energia da atualidade, o petróleo, em contraposição aos efeitos benéficos das fontes energéticas renováveis, principalmente as menos poluentes.

Também será apresentada a hipótese Gaia, que considera o planeta um superorganismo capaz de se autorregular. Ela relaciona-se com o que se chamou de Carta da Terra, que, por sua vez, constitui o fundamento básico da ecopedagogia, tema que encerrará o conteúdo desta obra.

O objetivo principal é estimular a reflexão diante dos principais temas ambientais contemporâneos, afinal é papel do educador ensinar crianças e adultos a serem responsáveis pelo ambiente, tornando cada um agente transformador e consciente da influência que exerce no meio.

Boa leitura!

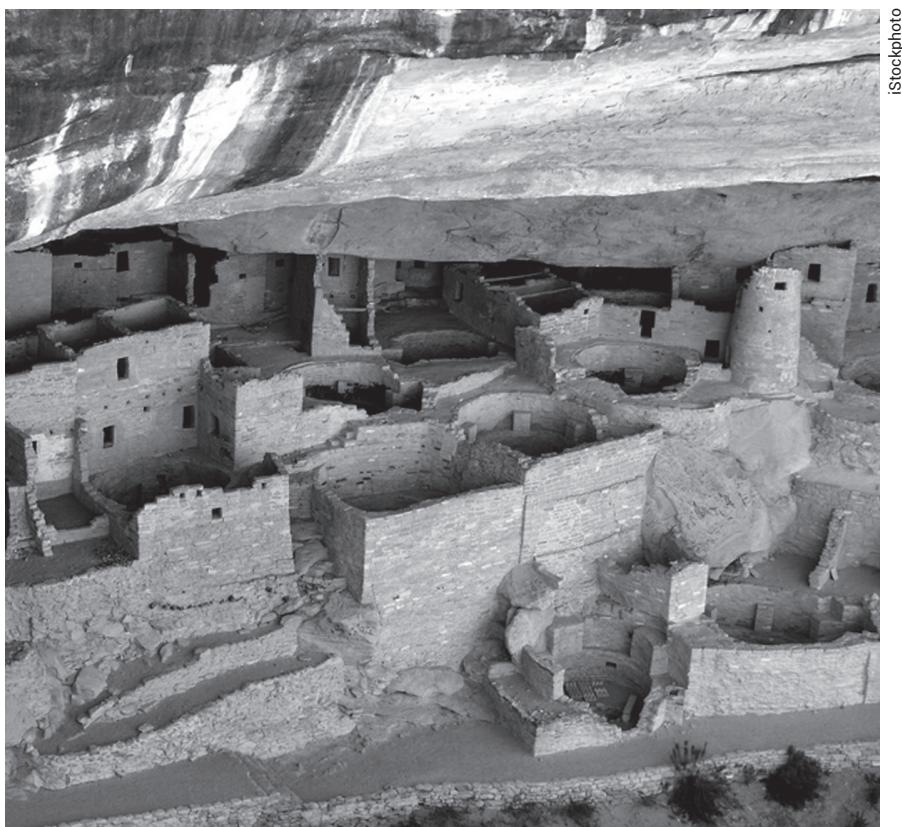
A questão ambiental no planeta Terra

O ser humano, desde a época de seus ancestrais, sempre dependeu da natureza para sua sobrevivência, buscando nela (como todas as demais espécies animais) seus meios de alimentação, abrigo, proteção contra o frio, entre outras formas de sanar suas necessidades básicas. Consequentemente, sempre provocou impactos no meio ambiente, e para ilustrá-los existem vários exemplos na história dos povos antigos, os quais foram responsáveis pela exploração excessiva de algum recurso natural, vista pela abordagem antropocentrista de questão ambiental.

Os anasazi, por exemplo, que viviam no deserto do Novo México, construíram os *pueblos*, edificações que abrigavam as pessoas e que chegavam a ter quase 1 hectare de extensão, utilizando-se, para tanto, de milhares de troncos de árvores retiradas da própria região da construção. Mas não era um deserto? Existem registros de que, na ocasião em que os *pueblos* foram construídos, eram cercados não por um deserto nu, mas por uma floresta de árvores decíduas e por pinheiros. A Figura 1 mostra um exemplo de *pueblo*, no Condado de Montezuma, estado do Colorado, nos Estados Unidos. Observe como a região atualmente é uma zona árida, com vegetação quase inexistente.

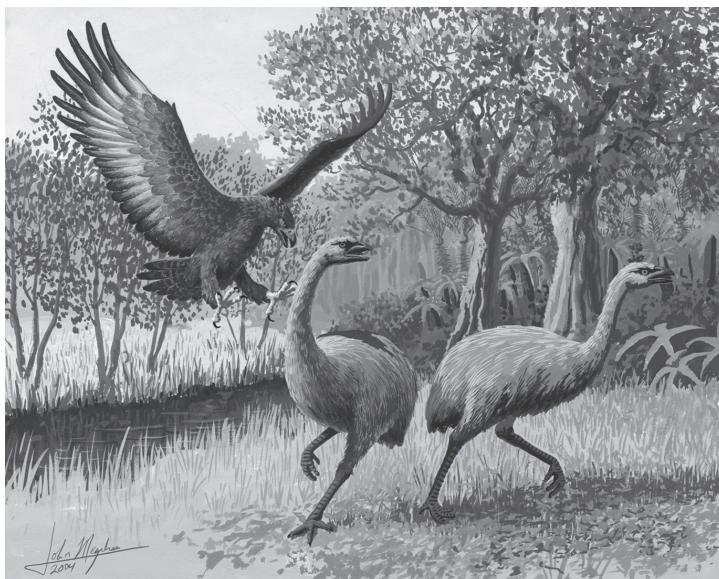
árvore
decíduas:
árvores com
folhas que
caem em
determinadas
épocas.

Figura 1 – Cliff Palace, no Parque Nacional de Mesa Verde, no Colorado (EUA)



Outro exemplo são os maori, que chegaram à Nova Zelândia há quase 1.000 anos e, em um período relativamente curto, foram os principais responsáveis pela extinção do moa, uma espécie de ave não voadora que chegava a atingir 3 metros de altura e pesar mais de 200 quilos. Registros arqueológicos mostram restos de verdadeiros banquetes de churrascos de moa realizados pelos maori. O principal predador do moa era a águia-gigante (águia-de-haast), espécie maior do que a maior ave relacionada atualmente vivente (a águia-real ou a harpia), e ela foi extinta na mesma época, muito provavelmente porque ficou sem seu principal item alimentar com a extinção do moa. A Figura 2 ilustra como eram esses dois animais.

Figura 2 – Representação de moas sendo atacados por uma águia-de-haast, seu predador



John Megahan/Wikimedia Commons

Leia, a seguir, outro exemplo de civilização antiga que provocou grandes impactos ambientais.

A economia e a Terra

(BROWN, 2003)

Nos últimos séculos da civilização maia, uma nova sociedade evoluiu na Ilha de Páscoa, uma área com cerca de 166 quilômetros quadrados no Pacífico Sul, aproximadamente 3.200 quilômetros a oeste da América do Sul e 2.200 quilômetros da Ilha Pitcairn, a região habitada mais próxima. Assentada em torno de 400 d.C., essa civilização prosperou numa ilha vulcânica com solos ricos e vegetação viçosa, com árvores de 25 metros de altura e troncos de 2 metros de diâmetro. Registros arqueológicos dão conta que os

ilhéus se alimentavam principalmente de frutos do mar, particularmente golfinhos – um mamífero que só podia ser capturado com arpões lançados de grandes canoas oceânicas, uma vez que não apareciam localmente em grande número.

A sociedade da Ilha de Páscoa prosperou durante vários séculos, atingindo uma população estimada em 20 mil. À medida que seus números cresciam, a derrubada de árvores superava a recuperação sustentada das florestas. Finalmente, desapareceram as grandes árvores necessárias para a construção das grandes e resistentes canoas oceânicas, privando os ilhéus do acesso aos golfinhos e reduzindo, dessa forma, o suprimento alimentar da ilha. Os registros arqueológicos mostram que, a certa altura, ossadas humanas se misturaram às ossadas dos golfinhos, sugerindo uma sociedade desesperada que recorreu ao canibalismo. Hoje, a ilha é habitada por cerca de 5.000 pessoas.

BROWN, L. *Eco-economia: uma nova economia para a Terra*. Salvador: UMA, 2003.

Várias pesquisas e trabalhos científicos apontam que o impacto causado pela espécie humana sobre os recursos naturais é proporcional ao grau de apropriação tecnológica e às necessidades criadas pelos padrões sociais constituídos durante centenas de anos de história.

Podemos citar como marco importante a Revolução Industrial, que aconteceu no fim do século XVIII. A partir dela, houve um grande aumento na utilização dos recursos naturais.

À medida que os núcleos populacionais se adensaram e se concentraram nas regiões que passaram a ter domínio das tecnologias

disponíveis, houve a necessidade crescente de uso de matéria-prima. E isso foi um importante fator de degradação ambiental.

As colônias dos países europeus situadas na Ásia, na África e nas Américas serviram, em grande parte, para suprir essas necessidades de matéria-prima, assim como para firmar a supremacia daqueles que detinham a tecnologia em detrimento de quem ainda dependia de recursos naturais de maneira direta.

Esse modelo de crescimento foi chamado de *modelo linear de desenvolvimento*, do qual fazem parte o lucro imediato, o uso excessivo de matéria-prima e a produção de grande quantidade de descartes e resíduos do processo produtivo.

As principais consequências do aumento da demanda por recursos naturais, decorrentes do modelo de desenvolvimento linear, são:

- Redução da biodiversidade.
- Aumento de doenças tropicais.
- Urbanização de cidades, principalmente na Ásia, na África e na América do Sul.
- Grande uso de recursos naturais, com consequente escassez localizada deles.
- Alta produção de resíduos com baixo nível de reciclagem.

Com o desenvolvimento das tecnologias, o ser humano também passou a conhecer melhor os acontecimentos naturais no planeta. Por exemplo, na atualidade, podemos prever mudanças climáticas, terremotos, maremotos e outros fenômenos naturais. Foi dessa maneira que se descobriu os efeitos do modelo linear de desenvolvimento, como o aquecimento global e a destruição da camada de ozônio.

A realidade é que os problemas ambientais da atualidade não começaram com o efeito estufa. Boa parte deles já existia. A situação dos ecossistemas naturais é bastante trágica, mas não é claramente exposta pelos dados estatísticos.

Podemos admitir, portanto, que o crescimento populacional desenfreado e o desenvolvimento econômico contínuo são incompatíveis com a qualidade de vida humana e a conservação da natureza. O crescimento populacional é um grande multiplicador de problemas ambientais, pois gera desmatamento para os vários usos do solo, aumenta a pressão de caça, o tráfico de animais, o extrativismo e a poluição, provoca mudanças climáticas, estimula atividades ambientalmente depredatórias e gera a degradação da qualidade de vida em geral.

Diante disso, são debatidas muitas formas para diminuir os impactos causados no ambiente. As atitudes tomadas até agora continuam sendo necessárias, porém são insuficientes.

A conscientização a respeito da conservação do ambiente deve ser contínua e realizada em todos os lugares. As pessoas, e principalmente as crianças, aprendem por meio do exemplo, do “ver fazer”.

Reeducar uma sociedade que cresceu depredando o ambiente em que vive é uma tarefa difícil, mas não impossível. Por isso, é preciso que cada um faça sua parte e ajude a construir um mundo mais justo.

Uma nova maneira de pensar tem que ser desenvolvida. Livrar-se da ilusão de que os recursos são infinitos e de que o planeta consegue curar-se sozinho é o primeiro passo para essa mudança.

Nesse sentido, o papel da educação ambiental precisa ser desempenhado desde a educação infantil, e a postura ambientalmente correta tem de partir dos educadores e da própria instituição de ensino.

A lei n. 9.795 (BRASIL, 1999) trata sobre as diretrizes da educação ambiental para a educação básica e o ensino superior e coloca esse componente como uma temática que permeia todas as disciplinas, não apenas as ciências da natureza e suas tecnologias. Esse trabalho também precisa estar pautado de acordo com o disposto na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018a).

É importante ressaltar que *conservação* é diferente de *cuidados* com a natureza, pois nem tudo o que é feito em favor do ambiente contribui efetivamente para conservar a natureza. Um exemplo disso é o professor promover a limpeza da sala de aula, fazendo com que os alunos ajudem a mantê-la organizada. Isso desenvolve a percepção dos bens comuns – ou seja, que cada um é responsável pelo ambiente em que vive –, no entanto, a postura de não produzir resíduos sólidos é mais efetiva na conservação da natureza. Outra percepção a ser desenvolvida é a de que os seres vivos não devem ser conservados apenas porque eles são úteis aos seres humanos, mas por terem direito à vida tanto quanto nós temos. As “aulas” de educação ambiental precisam ser claras e objetivas, com o foco na informação e no desenvolvimento crítico dos consumidores.

Na atualidade, o chamado *mercado verde*, no qual é possível optar por produtos que degradam menos o ambiente, está em crescimento. Geladeiras e aerossóis sem CFC (clorofluorcarbono), produtos orgânicos, madeira certificada, papel reciclado e uso de energia solar são alguns exemplos dessa área em plena expansão, porém pouco explorada no Brasil. São encontrados no mercado também tecidos produzidos a partir de PET (politeftalato de etileno) reciclado, plásticos biodegradáveis, tintas à base de silicatos de potássio, entre outros.

Um fato importante que marcou a maneira como os governos vinham tratando o ambiente aconteceu no fim do século XX, quando 179 países passaram a discutir as questões ambientais do planeta, dando origem à Agenda 21¹ e a outros pactos globais (ver texto da seção “Ampliando seus conhecimentos”).

1 A Agenda 21 é um plano de ação amplo com recomendações a respeito de atitudes em favor de modelos sustentáveis, métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Esse modelo foi elaborado em âmbito global, mas pode ser aplicado na esfera nacional, de acordo com as orientações do governo de cada país. Para saber mais a respeito, acesse a página do Ministério do Meio Ambiente, disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

A situação ambiental em que se encontra o planeta na atualidade não tem antecedentes na história geológica recente. A degradação dos ambientes naturais, a fragmentação de *habitats*, a sobre-exploração de algumas espécies, a poluição e a contaminação biológica são as causas mais importantes da perda de biodiversidade.

Os abismos sociais (desigualdades) contribuem significativamente nesse quadro, se considerarmos que grande parte da diversidade biológica do planeta encontra-se nos países mais pobres.

Por isso, é necessário acabar com as desigualdades, o que só será possível por meio de mudanças culturais, econômicas, políticas e sociais. A cultura do “ter e possuir” já levou os Estados Unidos ao topo da lista dos países que mais poluem o ambiente. Então, o ser humano precisa usar o conhecimento adquirido ao longo de sua trajetória, a fim de repensar seus modelos e suas ações, tendo em vista o consumo consciente, para beneficiar o bem comum.

Ampliando seus conhecimentos

A ONU e o meio ambiente

(ONU, 2018a)

Pode-se dizer que o movimento ambiental começou séculos atrás, como uma resposta à industrialização. No século XIX, os poetas românticos britânicos exaltaram as belezas da natureza, enquanto o escritor americano Henry David Thoreau pregava o retorno da vida simples, regrada pelos valores implícitos na natureza. Foi uma dicotomia que continuou até o século XX.
[...]

Com o fim da tumultuada década de 1960, seus mais altos ideais e visões começaram a ser colocados em prática. Entre estes estava a visão ambiental – agora, literalmente, um fenômeno global. Enquanto a preocupação universal sobre o uso

saudável e sustentável do planeta e de seus recursos continuou a crescer, em 1972 a ONU convocou a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia).

O evento foi um marco e sua Declaração final contém 19 princípios que representam um Manifesto Ambiental para nossos tempos. Ao abordar a necessidade de “inspirar e guiar os povos do mundo para a preservação e a melhoria do ambiente humano”, o Manifesto estabeleceu as bases para a nova agenda ambiental do Sistema das Nações Unidas. [...]

Aproveitando a energia gerada pela Conferência, a Assembleia Geral criou, em dezembro de 1972, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que coordena os trabalhos da família ONU em nome do meio ambiente global. Realizada no Rio de Janeiro, em 1992, a “Cúpula da Terra”, como ficou conhecida, adotou a “Agenda 21”, um diagrama para a proteção do nosso planeta e seu desenvolvimento sustentável, a culminação de duas décadas de trabalho que se iniciou em Estocolmo em 1972. [...]

Na Agenda 21, os governos delinearam um programa detalhado para a ação para afastar o mundo do atual modelo insustentável de crescimento econômico, direcionando para atividades que protejam e renovem os recursos ambientais, no qual o crescimento e o desenvolvimento dependem. [...]

A Cúpula da Terra também levou à adoção da Convenção da ONU sobre a Diversidade Biológica (1992) e a Convenção da ONU de Combate à Desertificação em Países que sofrem com a Seca e/ou a Desertificação, Particularmente na África (1994). Em 1994, a Conferência Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento, realizada em Barbados, adotou um Programa de Ação que estabelece políticas, ações e medidas em todos os níveis para promover o desenvolvimento sustentável para estes Estados. [...]

A Assembleia Geral realizou uma sessão especial em 1997, chamada de “Cúpula da Terra +5” para revisar e avaliar a

implementação da Agenda 21, e fazer recomendações para sua realização. O documento final da sessão recomendou a adoção de metas juridicamente vinculativas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa que geram as mudanças climáticas; uma maior movimentação dos padrões sustentáveis de distribuição de energia, produção e uso; e o foco na erradicação da pobreza como pré-requisito para o desenvolvimento sustentável. [...]

Em 2002, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável foi realizada em Johanesburgo (África do Sul) para fazer um balanço das conquistas, desafios e das novas questões surgidas desde a Cúpula da Terra de 1992. Foi uma Cúpula de “implementação”, concebida para transformar as metas, promessas e compromissos da Agenda 21 em ações concretas e tangíveis. [...]

Em janeiro de 2005, a comunidade internacional se reuniu nas Ilhas Maurício para realizar a revisão do Programa de Barbados das Nações Unidas, aprovando um amplo conjunto de recomendações específicas para sua implementação. A Estratégia de Maurício aborda questões como as mudanças climáticas e a elevação do nível do mar; desastres naturais e ambientais; gestão de resíduos; recursos costeiros, marítimos, de água doce, terrestres, energéticos, turísticos e de biodiversidade; transporte e comunicação; ciência e tecnologia; globalização e liberação do comércio; produção e consumo sustentável; desenvolvimento de capacidade e educação para o desenvolvimento sustentável; saúde; cultura; gestão do conhecimento e da informação para tomada de decisão. [...]

Para continuar discutindo estas importantes questões a comunidade internacional voltou a se encontrar no Rio de Janeiro, em maio de 2012, na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, o Rio +20. [...]

Para ajudar a avançar a causa do desenvolvimento sustentável de forma contínua, a Assembleia Geral também declarou o período entre 2005 e 2014 como a Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. A Década, que tem a Organização das Nações Unidas para Educação,

Ciência e Cultura (UNESCO) como principal agência, procura ajudar as populações a desenvolverem atitudes, habilidades e conhecimento para tomarem decisões informadas para o benefício próprio e dos outros, agora e no futuro, e para agirem sobre essas decisões.

ONU – Organização das Nações Unidas. *A ONU e o meio ambiente*. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 5 mar. 2018a.

Atividades

1. Descreva o papel do ser humano na natureza durante a Pré-História. Discorra sobre a forma como os povos primitivos tratavam o ambiente em que viviam.
2. Qual é a diferença na relação homem-natureza do período pré-histórico para a atualidade?
3. Quanto ao meio ambiente, por que não podemos mais agir como os povos primitivos? Qual a diferença entre o ambiente pré-histórico e o atual?

Recursos hídricos e cidadania I

Com o aumento populacional no decorrer dos anos, ocorreu o crescimento do consumo de água tanto pela população quanto pela agricultura (por meio da irrigação de lavouras) e pela indústria.

O Brasil é um país privilegiado porque possui cerca de 12% da água doce total do mundo, mas mesmo assim algumas regiões, como a Grande São Paulo, sofrem com a escassez desse recurso. Não devida à falta de fontes, mas pela poluição dos rios dos quais era captada a água para fazer o abastecimento.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), cerca de 2 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável em casa (ONU, 2017). Essa escassez tem sido uma das principais causas de conflitos entre países. Por exemplo, a região de Golan, no Oriente Médio, possui vários aquíferos¹ e está na mira de outros países que não possuem reservatórios desse recurso.

O uso inadequado também compromete a disponibilidade de água. Atualmente, cerca de 86% dos domicílios no Brasil possuem rede de abastecimento (WHO, 2017), porém muitas vezes a qualidade da água distribuída é questionável. Outro fator agravante é o desperdício, como as perdas na rede de distribuição por roubos e vazamentos. No Brasil, eles atingem em torno de 38,1% (dados de 2016), de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, 2018b). Em 22 de março de 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu o Dia Mundial da Água e elaborou um documento com reflexões sobre esse recurso e seu uso. Chamado de Declaração Universal dos Direitos da Água, o documento está reproduzido a seguir:

¹ Camada porosa e permeável de rocha ou sedimento que contém grandes quantidades de água subterrânea e que permite fácil deslocamento da água.

Declaração universal dos direitos da água

(DECLARAÇÃO..., 2018)

Art. 1º – A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão, é plenamente responsável aos olhos de todos.

Art. 2º – A água é a seiva de nosso planeta. Ela é condição essencial de vida de todo vegetal, animal ou ser humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura.

Art. 3º – Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.

Art. 4º – O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Esse equilíbrio depende, em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.

Art. 5º – A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.

Art. 6º – A água não é uma doação da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é,

algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.

Art. 7º – A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.

Art. 8º – A utilização da água implica respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Essa questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.

Art. 9º – A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.

Art. 10º – O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.

DECLARAÇÃO Universal dos Direitos da Água. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

2.1 Quantidade de água no planeta

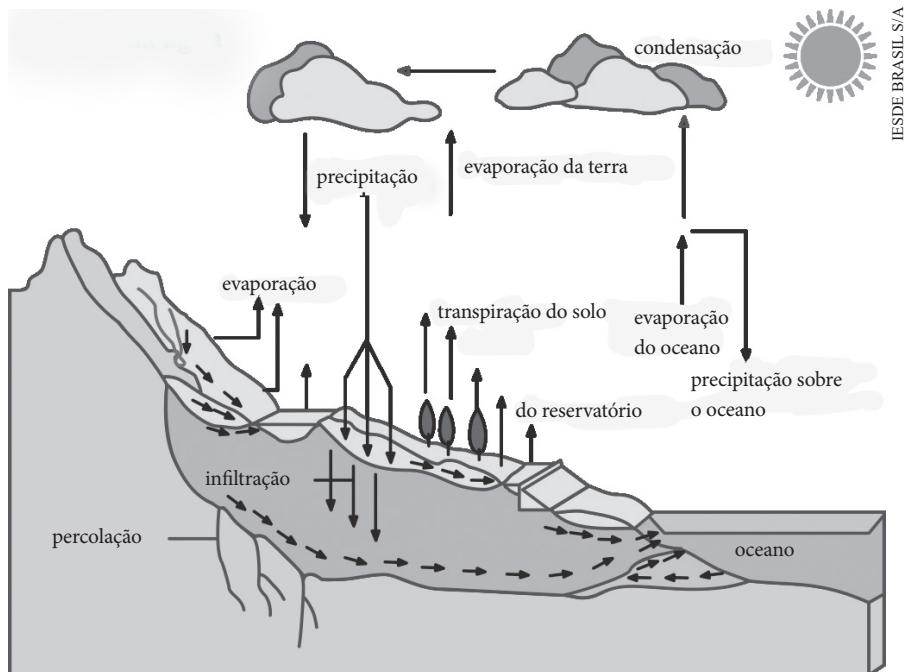
A água é um elemento químico simples e ao mesmo tempo essencial à vida dos seres vivos. O corpo humano, por exemplo, é 70% composto de água e precisa dela para seu funcionamento. Da mesma forma acontece com os outros seres vivos, muitos deles sendo dependentes da água durante a vida toda (como é o caso dos peixes

e das algas) ou apenas parte dela (como os anfíbios). Sem a água, a vida como a conhecemos atualmente não seria possível.

A Terra possui quase 1,4 bilhão de quilômetros cúbicos de água. Apesar de isso representar três quartos do planeta, não devemos nos esquecer de que a maior parte desse recurso está nos oceanos, ou seja, trata-se de água salgada, apenas 2,5% é água doce. Os rios, lagos e reservatórios de onde a humanidade retira a água consumida representam apenas 0,26% desse total, ao passo que o restante está em forma de geleiras.

O ciclo hidrológico (também chamado de *ciclo da água*, como mostra a Figura 1) mantém a quantidade de água acumulada na superfície e no interior do solo. Por isso, por muito tempo se pensou que a água fosse um recurso natural renovável e infinito. Porém, se o ciclo for alterado – por meio da ação de seres humanos –, a água se torna um recurso finito.

Figura 1 – O ciclo da água



O texto a seguir mostra um pouco sobre alguns conflitos relacionados à água e o porquê de eles existirem.

A guerra milenar da água

(RICARDO; CAMPANILI, 2008, p. 351)

No auge da idade do gelo, há 20 mil anos, caçadores e coletores de alimentos migraram para as regiões mais quentes da Terra, como a Mesopotâmia, dos rios Tigre e Eufrates, os vales dos rios Indo, na Índia, e Amarelo, na China. O controle dos rios começou há cerca de 4.000 anos, época em que as civilizações dessas áreas realizaram obras para conter enchentes e proporcionar irrigação e abastecimento humano. Dominar o uso da água dos rios fez com que algumas civilizações se utilizassem disso como forma de exercer poder sobre outros povos e regiões geográficas.

Um exemplo de conflito moderno pelo uso da água é vivenciado por israelenses e palestinos. Israel depende das águas subterrâneas que estão no território palestino e retira cerca de 30% da disponibilidade do aquífero, comprometendo a capacidade de recarga desse reservatório. De um lado, Israel controla o uso do aquífero por parte dos palestinos, e do outro os palestinos reclamam a água que está em suas terras.

RICARDO, B.; CAMPANILI, M (Ed.). *Almanaque Brasil socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.
Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>>. Acesso em:
5 mar. 2018.

2.2 Usos múltiplos da água

A água que consumimos vem de rios, lagos, represas, açudes, reservas subterrâneas e, algumas vezes, do mar. Neste último caso, ela precisa passar pela dessalinização, ou seja, um processo pelo qual o sal é separado da água, tornando-a potável.

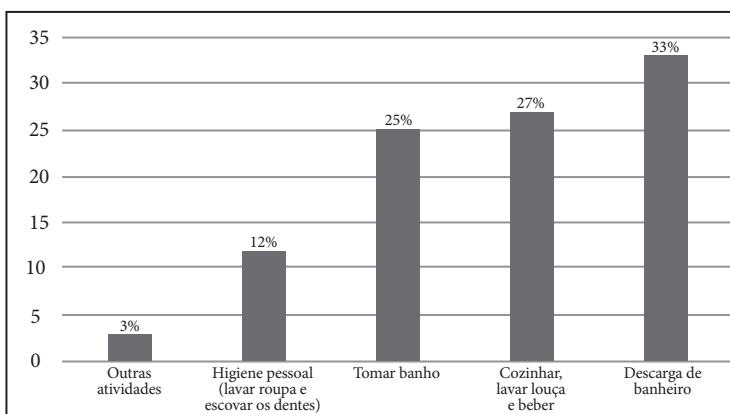
Após a captação, a água é utilizada para diversos fins, sendo que 70% de todo o consumo desse recurso no mundo se dá na irrigação das lavouras. Depois do setor agrícola, vem a atividade industrial, responsável por 22% do consumo. Já o uso doméstico responde somente por cerca de 8% de toda a utilização dos recursos hídricos.

2.2.1 Abastecimento público

Utilizamos a água em várias atividades de nosso dia a dia, como na higiene pessoal, na alimentação, para matar a sede e lavar roupa e louça (como mostra o Gráfico 1). Porém, sua distribuição está comprometida pelo aumento da demanda de consumo, do desperdício, da poluição e da urbanização descontrolada que atinge até mesmo regiões de mananciais².

Antes de chegar até as casas, a água passa por um processo de tratamento. Após seu uso, ela deve novamente ser tratada antes de ir para o ambiente. Porém, infelizmente não é bem isso o que acontece em muitos lugares.

2 Mananciais são locais onde há descarga e concentração natural de água doce originada de lençóis subterrâneos e de águas superficiais, que se mantêm graças à existência de um sistema especial de proteção proporcionado pela vegetação.

Gráfico 1– Porcentagem de água que o brasileiro usa diariamente

Fonte: Elaborado pelos autores com base em PEGORIN, 2003, p. 41-47.

Para auxiliar na preservação desse recurso tão valioso, é preciso mudar hábitos – como diminuir o tempo de banho, fechar o chuveiro enquanto se ensaboá; não desperdiçar água lavando constantemente a calçada, pois pode-se apenas varrer; lavar o carro usando um balde com água, em vez de lavadora de alta pressão; fechar a torneira enquanto se escova os dentes; e usar descargas com caixa-tanque no vaso sanitário. A tabela a seguir mostra com detalhes essa relação entre gastos e economia de água.

Tabela 1 – Gasto médio e possibilidades de economia em atividades diárias

Atividade	Gasto médio	Uso racional		Economia	
Escovar os dentes	12 litros em 5 minutos	Fechar a torneira enquanto escova os dentes e usar água de um copo para enxaguar a boca.		350 mililitros	11,65 litros
Tomar banho em chuveiro elétrico	45 litros em 15 minutos	Fechar o chuveiro enquanto se ensaboá e diminuir o tempo de banho para cinco minutos.		15 litros	30 litros

(Continua)

Atividade	Gasto médio	Uso racional	Economia	
Lavar louça	117 litros em 15 minutos	Limpar os restos de comida antes de lavar, encher a pia até a metade para ensaboar, manter fechada a torneira e enxaguar a louça em mais meia pia de água limpa.	20 litros	97 litros
Regar jardins e plantas	86 litros em 10 minutos	Usar regador ou esguicho tipo revólver, regar só o necessário e, de preferência, pela manhã ou à noite, quando a evaporação é menor.	50 litros	36 litros
Lavar o carro	560 litros em 30 minutos	Lavar só quando necessário e trocar o esguicho por um balde.	40 litros	520 litros
Lavar a calçada	279 litros em 15 minutos	Limpar com vassoura, o resultado é o mesmo.	não há consumo de água	279 litros

Obs.: a pressão da água nos prédios é maior, por isso, o consumo em edifícios pode ser até três vezes a mais do que se gasta em uma casa. Os números acima se referem ao consumo em casa.

Fonte: ROCHA; DILL, 2001.

2.2.2 Indústria

O setor industrial utiliza muita água, representando cerca de 22% do consumo total do planeta, como vimos anteriormente. A água pode ser usada diretamente como matéria-prima, por exemplo na fabricação de bebidas, como os refrigerantes. Também serve para a transmissão de calor, ou seja, para aquecer ou resfriar algo – na culinária, a água é utilizada como meio de transmitir calor, como no caso do banho-maria; na indústria, o vapor de água serve para aquecer os banhos de revestimento de peças metálicas, como a galvanoplastia; nos alambiques, a água gelada condensa o destilado (como a

cachaça). Na fábrica de papel, a água é utilizada para lavar a celulose³ e remover a lignina⁴. Existem muitas outras referências de consumo na indústria, algumas das quais podem ser vistas na tabela a seguir.

Tabela 2 – Consumo industrial da água (dados aproximados)

Produto	Gasto médio
Carne bovina (1 quilograma)	15,4 mil litros
Camiseta de algodão (1 unidade)	2,5 mil litros
Aço (1 tonelada)	300 mil litros
Carro (1 unidade)	400 mil litros
Soja (1 quilograma)	1,8 mil litros

Fonte: PENA, 2018.

2.2.3 Geração de energia

Após a descoberta da energia elétrica, o estilo de vida das pessoas mudou. Nos centros urbanos, não se imagina uma casa sem energia elétrica, apesar de ainda existirem muitas sem esse recurso.

São várias as formas de conseguir a geração de energia elétrica. Uma delas é por meio das usinas hidrelétricas, ou seja, usando a água.

Em uma usina hidrelétrica, a água contida nas barragens é direcionada para passar pelas turbinas da usina, movimentando-as e assim gerando a energia elétrica. Apesar dos impactos ambientais causados durante a construção e operação de uma usina desse tipo, essa ainda é uma das formas mais limpas de se obter energia elétrica.

2.2.4 Turismo e lazer

Existem regiões do Brasil bastante conhecidas pelos seus atrativos turísticos relacionados à água. O litoral brasileiro tem pouco

3 O principal composto químico da parede celular nas plantas e em alguns protistas.

4 Composto químico que constitui a parede celular secundária de alguns tipos de células nas plantas vasculares. Depois da celulose, a lignina é o polímero mais abundante em um vegetal. Sua presença dá maior sustentabilidade para a parede celular.

mais de 9 mil quilômetros de extensão, e o turismo é um fator importante. Locais no interior do país, como a região do Pantanal, também são pontos turísticos. Outros exemplos são as águas termais de Minas Gerais, Goiás e São Paulo.

Algumas pessoas praticam esportes aquáticos, como iatismo, remo, *rafting*, mergulho e surfe. No Brasil, muitos surfistas estão pegando ondas também em água doce, na pororoca⁵, principalmente no Rio Amazonas.

2.2.5 Hidrovias

O transporte de produtos é sempre uma questão muito importante, principalmente em um país tão extenso como o Brasil. Diferentemente do transporte rodoviário, o realizado por barcos e navios consome menos combustíveis e apresenta um custo de mão de obra mais baixo.

Por exemplo, um comboio fluvial (embarcação para transporte de carga em hidrovias) de 10 mil toneladas necessita de 12 homens em sua tripulação. Se a mesma carga fosse deslocada por transporte rodoviário, seriam necessários 278 caminhões e seus respectivos motoristas.

Mesmo assim, existem riscos ambientais nesse tipo de transporte, como acontece com todos os outros. É importante ressaltar que uma hidrovia mal planejada e mal manejada também causa impactos ao ambiente. As embarcações precisam estar em perfeito funcionamento para, por exemplo, não poluírem a água com algum vazamento de óleo.

2.2.6 Aquicultura

Aquicultura é o cultivo de espécies animais que vivem na água, como os peixes, os crustáceos e os moluscos. Essa prática tem por

5 O encontro das correntes contrárias junto à foz provoca uma elevação súbita das águas, formando ondas com 3 a 6 metros de altura que correm rio adentro e chegam a durar mais de uma hora.

intuito abastecer o mercado de alimentos e também o de lazer (por meio dos pesque-pagues).

2.2.7 Irrigação agrícola

No mundo todo, a irrigação é a atividade que mais consome água. Infelizmente, as técnicas utilizadas no Brasil não são adequadas e acabam gerando muito desperdício. Apenas 40% da água é efetivamente utilizada, o restante é perdido na evaporação antes de chegar à planta ou porque houve o uso incorreto das técnicas – a irrigação não foi feita em horário ou período adequado, por exemplo.

2.3 As principais causas da contaminação da água

- **Efluentes⁶ domésticos** – quando damos a descarga, a água que escorre pelos ralos de nossa casa, ou seja, aquela que utilizamos todos os dias, passa pelas tubulações e cai na rede de esgoto, quando existe. Esse esgoto deveria passar por um tratamento, para só então a água retornar ao ambiente. No entanto, no Brasil, apenas 20% do esgoto é tratado. O restante é despejado diretamente em rios e córregos, poluindo o ambiente e contribuindo para a proliferação de doenças.
- **Efluentes agrícolas** – as substâncias utilizadas na agricultura, como fertilizantes e defensores agrícolas, acabam contaminando rios, lagos e águas subterrâneas. Substâncias como nitrato de sódio, cálcio e potássio, oriundas dos fertilizantes, são altamente cancerígenas. Elas infiltram-se nos solos e pela chuva são carregadas para rios, lagos e lençóis freáticos.
- **Efluentes industriais** – quando a indústria não dá uma destinação correta aos seus rejeitos, acaba poluindo as águas. Entre os rejeitos industriais estão os metais tóxicos, plásticos

⁶ Rejeitos no estado líquido.

e substâncias químicas poluentes diversas, como pigmentos, ácidos e detergentes.

- **Lixo** – se o lixo não tiver uma destinação correta, em local adequado, os poluentes gerados em sua decomposição natural podem afetar rios e águas subterrâneas.

2.4 A eutrofização

A palavra *eutrofização* deriva do grego *eu* (que significa bom, verdadeiro) e *trophein* (nutrir), ou seja, *bem nutrido*. Dessa maneira, o processo consiste no enriquecimento das águas com nutrientes em um ritmo que não pode ser compensado pela sua eliminação definitiva pela mineralização total. Esses nutrientes podem vir de várias fontes, entre elas: esgotos domésticos, despejos industriais, drenagem urbana, escoamento agrícola e florestal, decomposição de rochas e sedimentos e transporte das camadas superficiais do solo (erosão).

A eutrofização aparece em vários contextos e não é exclusivamente decorrente da ação humana, pois existem registros desse processo no desenvolvimento dos lagos pós-glaciais, provenientes do estudo do tipo de sedimento encontrado antes de qualquer intervenção humana. Porém, com o lançamento de produtos nos rios por meio do esgoto, principalmente os detergentes, ricos em fosfatos, há uma aceleração na velocidade com que o processo ocorre.

Com o aumento de nutrientes, as algas proliferam, atingindo quantidades extraordinárias. Com um ciclo de reprodução intenso e uma vida não muito longa, as algas mortas começam a ser decompostas. A decomposição diminui a concentração de oxigênio nas águas profundas, podendo causar a morte de peixes e outros seres vivos.

Os efeitos da eutrofização são: prejuízos ao tratamento de águas para abastecimento; dano ao lazer e à recreação pela má qualidade da água; aumento da produtividade e, consequentemente, proliferação

de algas tóxicas ou não; mortandade de peixes; indisponibilidade da água para o consumo humano.

2.5 As bacias hidrográficas

No Brasil, existem cinco grandes bacias hidrográficas: Amazônica, do Prata, São Francisco, Araguaia-Tocantins e Atlântico Sul.

A Bacia Amazônica, formada pelo Rio Amazonas e seus afluentes, é considerada a maior bacia hidrográfica do mundo, com uma drenagem de 5,8 milhões de quilômetros quadrados. Ela abrange a Venezuela, a Colômbia, o Peru, a Bolívia e o Brasil. Em nosso país, localiza-se nos estados do Amazonas, Pará, Amapá, Acre, Roraima, Rondônia e Mato Grosso. O Rio Amazonas é responsável por 20% da água doce despejada anualmente nos oceanos.

A Bacia do Prata é a segunda maior bacia da América do Sul. Os rios Paraguai, Paraná e Uruguai juntos drenam 10,5% do território brasileiro. A bacia atravessa quatro países: Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai. No Brasil, ela abrange os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A Bacia do São Francisco é a terceira maior bacia do Brasil e a única inteiramente brasileira. Ela ocupa 8% do território nacional, abrangendo as regiões Sudeste e Nordeste e um pouquinho da Centro-Oeste.

2.5.1 As matas ciliares

As matas ciliares são as florestas associadas aos cursos d'água. Mesmo estando protegidas por leis federais, sua destruição é preocupante. Elas representam uma barreira física, regulando os processos de troca entre os ambientes terrestre e aquático. Sua presença reduz a possibilidade de contaminação da água por sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas, conduzidos pelo escoamento

superficial da água no terreno. Os fatores que causam sua degradação são os desmatamentos, as grandes queimadas e a mineração.

Um dos mais sérios problemas provocados pela destruição desse ecossistema é o aumento do escoamento superficial de resíduos para o leito dos rios, sendo que o acúmulo desse sedimento é o responsável pelo rebaixamento do nível do lençol freático, gerando enchentes e diminuindo a vida útil das barragens e hidrelétricas. Além disso, ainda favorece os problemas de erosão, perda de fertilidade do solo, deslizamento de rochas e queda de árvores.

Desse modo, as matas ciliares são consideradas de extrema importância para a manutenção das bacias hidrográficas.

2.5.2 A bacia hidrográfica como unidade de planejamento

As bacias hidrográficas proporcionam uma visão integrada do conjunto das condições naturais e das atividades humanas desenvolvidas. Pelo seu caráter integrador das dinâmicas ocorridas em seu ambiente, são excelentes áreas de estudos para o planejamento, facilitando o acompanhamento do processo de renovação ou manutenção dos recursos naturais.

Entre os princípios básicos praticados nos países que avançaram na gestão de recursos hídricos, o primeiro é o da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Tendo-se os limites das bacias como o que define o perímetro da área a ser planejada, fica mais fácil fazer o confronto entre as disponibilidades e as demandas, essenciais para um determinado balanço hídrico.

Como uma mesma bacia hidrográfica localiza-se em vários estados, seu papel também é o de descentralizadora das ações de gestão dos recursos hídricos, transformando o processo em um planejamento regional desenvolvido em cada bacia hidrográfica, com a atuação do Estado, da população e das organizações civis.

A água é um bem de uso comum. Todos podem usufruir dela, mas não se deve poluir. Sem a informação e a conscientização, esse recurso poderá se tornar escasso em pouco tempo, aumentando os problemas ambientais, sociais e econômicos.

Ampliando seus conhecimentos

Crise hídrica no século XXI

(FILARD; SOUZA, 2017)

[...]

Conforme alguns especialistas, pode-se dizer que a crise hídrica no século XXI decorre muito mais da falta de gerenciamento do que uma crise real de escassez e estresse. Entretanto, para outros especialistas, trata-se de resultado de um conjunto de problemas ambientais agravados por outros problemas relacionados à economia e ao desenvolvimento social. E ainda, para outros, que o agravamento e a complexidade da crise da água decorrem de problemas reais de disponibilidade e aumento da demanda, e de um processo de gestão ainda setorial e de resposta a crises e problemas sem atitude preeditiva e abordagem sistêmica.

[...]

Neste amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, podem ser apontados os seguintes principais problemas e processos como causas da crise da água:

- Intensa urbanização, com o aumento da demanda pela água, e ampliação da descarga de recursos hídricos contaminados e com grandes demandas de água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social;
- Estresse e escassez de água em muitas regiões do planeta em razão das alterações na disponibilidade e aumento de demanda;

- Infraestrutura pobre e em estado crítico, em muitas áreas urbanas com até 30% de perdas na rede após o tratamento das águas;
- Problemas de estresse e escassez em razão de mudanças globais com eventos hidrológicos extremos aumentando a vulnerabilidade da população humana e comprometendo a segurança alimentar (chuvas intensas e período intenso de seca) e
- Problemas na falta de articulação e falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental. Esse conjunto de problemas apresenta dimensões em âmbito local, regional, continental e planetário.

Esses problemas contribuem para o aumento e exacerbação das fontes de contaminação, a alteração das fontes de recursos hídricos – mananciais – com escassez e diminuição da disponibilidade. Contribuem ainda, para o aumento da vulnerabilidade da população humana em razão de contaminação e dificuldade de acesso à água de boa qualidade (potável e tratada).

[...]

A crise hídrica não é consequência apenas de fatores climáticos e geográficos, mas principalmente do uso irracional dos recursos hídricos. Entre as causas do problema figuram: o fato de a água não ser tratada como um bem estratégico no país, a falta de integração entre a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e as demais políticas públicas, os graves problemas na área de saneamento básico e a forma como a água doce é compreendida, visto que muitos a consideram um recurso infinito.

[...]

Nos países em desenvolvimento, 90% das doenças infecciosas são transmitidas pela água. A solução para esses problemas certamente perpassa pela adoção de políticas públicas eficazes e investimento no tratamento de água e de esgotos, o que é, por vezes, relegado a segundo plano. A racionalização do uso dos recursos hídricos passa pela redução do consumo, pela reutilização e a reciclagem. A redução do consumo será realizada pela simples economia de água, por meio da eliminação de

vazamentos e da diminuição do gasto em atividades domésticas, industriais e agrícolas, dentre outras. A reutilização ou reaproveitamento, pode ser definida como o uso de água já utilizada para determinada função, mesmo que sua qualidade tenha sido reduzida durante esse uso inicial. A reciclagem consiste no reaproveitamento da água que já passou pela rede de esgoto e por uma estação de tratamento.

[...]

Notadamente, o crescimento populacional, a industrialização, a expansão da agricultura e as mudanças climáticas, fenômenos inerentes ao desenvolvimento do país, vem constante e inevitavelmente contribuindo para o processo de degradação e escassez dos recursos hídricos. A intensa urbanização também favorecerá o aumento da demanda da água – seja para seu consumo, seja com relação à descarga de recursos hídricos contaminados, sendo fundamental que a infraestrutura de abastecimento acompanhe este fenômeno.

FILARD, M. F.; SOUZA, M. C. F. Crise hídrica no século XXI: legislação e políticas públicas para um novo modelo de gestão sustentável. *Ponto de Vista Jurídico*, v. 6, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uniarp.edu.br/juridico/article/view/1184>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

Atividades

1. Utilizando as informações do Quadro 1 deste capítulo, faça uma estimativa do consumo mensal de água em sua residência. Se você tiver acesso à conta de água, compare a sua estimativa com os dados reais.
2. Quais atitudes devem ser tomadas para reduzir o consumo de água em sua residência com base nos dados da questão 1?
3. Faça uma estimativa de como é utilizada a água na indústria, analisando por que são gastos aproximadamente 2,5 mil litros de água para fazer uma camiseta (conforme apresentado na Tabela 2 do capítulo).

Recursos hídricos e cidadania II

Como consequência da expansão da população mundial, há o aumento proporcional do consumo dos recursos naturais. Além disso, no caso da água, a falta de cuidados com os reservatórios – muitas vezes também usados para disposição final dos efluentes domésticos, comerciais e industriais – é um dos principais fatores de degradação desse recurso. A deterioração dos ecossistemas, principais geradores e mantenedores da qualidade da água, também tem causado a diminuição dos estoques de água utilizável para consumo humano.

A percepção da necessidade de regulamentação do uso da água tem promovido uma série de propostas de leis que disciplinam essa utilização, em todos os níveis de administração pública. Na década de 1990, a questão da água foi bastante discutida, tanto que instituiu-se a Lei de Recursos Hídricos em 1997.

3.1 Lei de Recursos Hídricos

A Lei n. 9.433/97 (BRASIL, 1997a), também conhecida como *Lei das Águas*, instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Por meio da Lei n. 9.984/2000 (BRASIL, 2000b), foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), com a missão de implementar o sistema formulado pela Lei de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997a).

Para essa lei, a água é um bem de domínio público, porém é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Em situações de escassez, essa legislação determina que o uso da água tem como prioridade o consumo humano e a dessedentação de animais. Além

dessedentação:
ato de saciar
a sede.

disso, a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas.

A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como objetivo assegurar a disponibilidade de água potável para esta e para as futuras gerações e tem como um de seus instrumentos a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos¹.

O principal ponto da Lei n. 9.433/97 (BRASIL, 1997a) é considerar a água como bem de consumo, passando a ser cobrada. A proposta da lei é cobrar pela retirada de água do ambiente, ou seja, pelos recursos naturais utilizados.

Dessa maneira, deseja-se fazer com que a água seja reconhecida como bem econômico, fornecendo ao usuário uma indicação de seu real valor e incentivando a racionalização de seu uso, além de se obter financiamento de programas e intervenções para a melhoria dos recursos hídricos.

A experiência em outros países mostra que, em bacias que utilizam a cobrança, os indivíduos e as firmas poluidoras reagem incorporando custos associados à poluição ou a outro uso da água. A cobrança pelo uso de recursos hídricos, mais do que instrumento para gerar receita, é indutora de mudanças pela economia da água, pela redução de perdas e pela gestão com justiça ambiental, pois se cobra de quem usa ou polui.

A Política Nacional de Gestão de Recursos Hídricos define a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e gestão. O Comitê de Bacia Hidrográfica é o órgão responsável pela aprovação do plano da bacia (no qual são definidas as prioridades de obras e ações), além de ter o papel de negociador e usar instrumentos técnicos para analisar o problema dentro de um contexto mais amplo.

1 A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos é um documento emitido pela Agência Nacional de Águas (ANA) que dá o direito de retirada do recurso natural a uma empresa por determinado tempo.

Todavia, a outorga de direito de uso da água na bacia é de responsabilidade dos órgãos gestores estaduais e da ANA. Já deliberar sobre ações que transcendem o âmbito da bacia é função do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, órgão superior do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

As principais competências dos Comitês de Bacias Hidrográficas são:

- Promover o debate entre questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes.
- Arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos a respeito dos recursos hídricos.
- Aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia.
- Acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas.
- Propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e os lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com seus domínios.
- Estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados.
- Estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Os comitês são constituídos por representantes dos poderes públicos, dos usuários das águas e das organizações civis com ações desenvolvidas para a recuperação e conservação do meio ambiente e dos recursos hídricos em uma determinada bacia hidrográfica. A gestão é participativa e descentralizada. Sua criação formal depende de autorização do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e de decretos da presidência da república.

Para qualquer finalidade de uso das águas de um rio, lago ou águas subterrâneas, deve ser solicitada uma Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos ao poder público.

Os usos mencionados referem-se, por exemplo, à captação de água para o abastecimento doméstico, para fins industriais ou para irrigação; ao lançamento de efluentes industriais ou urbanos; à construção de obras hidráulicas, como barragens e canalizações de rio; ao uso de recursos hídricos com fins de aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; ou a serviços de desassoreamento e de limpeza de margens.

desassoreamento: tirar o acúmulo de entulho.

Em outras palavras, qualquer interferência que se pretenda realizar na quantidade ou na qualidade das águas de um manancial necessita de uma autorização do poder público.

3.2 Princípio do poluidor-pagador

O princípio do poluidor-pagador, também conhecido como usuário-pagador, tem o objetivo de promover o uso racional dos recursos naturais, visando à preservação deles para as gerações futuras. Esse princípio prevê que os responsáveis diretos ou indiretos pela degradação de qualquer ambiente devem pagar pelos prejuízos causados. Recursos como a água e o ar são bens públicos, e a poluição deles acarretará em mais prejuízos para a população e perda de qualidade.

Esse princípio não serve para afirmar que quem paga pode poluir, mas para evitar que pessoas tomem atitudes sem pensar nas consequências. Assim, o pagamento efetuado pelo poluidor não dá o direito de poluir. A dificuldade encontrada está no fato de quantificar em valores o que deve ser pago para a recomposição ambiental e estabelecer os valores devidos em multas indenizatórias.

Na legislação brasileira, o princípio do poluidor-pagador é referenciado no artigo 4º, inciso VII, combinado com o parágrafo 1º do

artigo 14, da Lei n. 6.938/81 (BRASIL, 1981). Ou seja, é obrigação do poluidor, culpado ou não, indenizar ou reparar danos causados ao meio ambiente ou a terceiros afetados por sua atividade. Esse texto é reforçado pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), em seu artigo 225, parágrafo 3º: “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

No caso do uso da água, é responsabilidade do usuário-poluidor o custo de despoluição da água por ele utilizada. Por exemplo, uma empresa ou pessoa que utilize água de um rio deve retorná-la ao rio com a mesma qualidade de quando foi captada. A cobrança pelo uso e/ou poluição dos recursos hídricos é um instrumento de gestão para induzir o uso racional desse recurso e ajudar a preservar o meio ambiente.

3.3 Tecnologias para o uso da água

Recuperar uma fonte de recursos hídricos custa caro e leva bastante tempo. Para melhorar a situação dos recursos hídricos no planeta, é preciso, além de limpar as fontes que já estão poluídas, evitar o desperdício, interromper os processos poluidores e criar maneiras de captação, controle e distribuição da água.

O Rio Tâmisa, em Londres, já foi tão poluído que deixou de ser considerado um cartão-postal da cidade. Seu estado de poluição era crítico em 1856, e em 1950 esse rio foi dado como biologicamente morto em razão da grande quantidade de esgoto que recebia. A recuperação do Tâmisa começou em 1960, com o tratamento do esgoto e das águas pluviais, além da imposição de normas às indústrias poluidoras. O processo exigiu muito investimento e fiscalização estatal para que atualmente fosse considerado o estuário metropolitano mais limpo do mundo.

Em alguns países, o esgoto é tratado e a água é reaproveitada para consumo. Esse destino não poluente não é uma tecnologia nova. Há

mais de 20 anos os cidadãos de Orange County, nos Estados Unidos, consomem a água reciclada dos esgotos. No mesmo país, a população do Arizona tem 80% de seu esgoto renovado em água potável.

O Japão é outro exemplo: reutiliza 80% da água usada na indústria. Isso diminui a poluição causada pelo lançamento de esgoto nos cursos de água e ajuda a resolver os problemas de captação de recursos hídricos enfrentados pelas grandes cidades.

Na Índia, optou-se por uma alternativa barata de captação de água. Os lençóis freáticos foram salvos por meio do uso de poços nos quintais das casas, com a finalidade de recolher a água da chuva. No Brasil, em alguns lugares semiáridos do Nordeste, é usado um sistema similar, chamado de *cisterna*. Esse reservatório capta e armazena a água da chuva ou de poços e é a salvação de muitas famílias que não dispõem de abastecimento de água por meio de tubulação e encanamento.

O cloro há muito tempo é utilizado para desinfecção da água. Contudo, descobriu-se que esse produto reage à matéria orgânica e produz substâncias organocloradas, similares aos agrotóxicos e prejudiciais à saúde.

Como alternativa ao cloro, o ozônio poderia ser usado no tratamento da água, pois pode ser produzido na própria distribuidora por meio de ar seco ou oxigênio puro submetido a descargas elétricas. Assim, não seria necessário adicionar outras substâncias à água, pois esse gás é um oxidante que elimina micro-organismos. Além disso, ele atua na remoção de ferro e manganês, melhora o gosto e o odor da água, elimina o limo e limpa as tubulações. Sua utilização para tratamento de efluentes também é bastante eficaz.

Outra forma de desinfecção da água é por meio da radiação ultravioleta (UV). Ela também é gerada no local da desinfecção por descarga elétrica, por meio de lâmpadas de vapor de mercúrio. Essa radiação penetra no corpo dos micro-organismos, altera seu código

genético e impossibilita a reprodução deles. Assim como o ozônio, a radiação ultravioleta não produz substâncias nocivas à saúde.

Atualmente esses métodos são empregados no tratamento de piscinas com bastante eficiência e maior satisfação dos usuários.

3.4 Importância da educação ambiental no uso dos recursos hídricos

No Brasil, ainda há a ideia de abundância infinita de recursos hídricos. É comum encontrarmos pessoas lavando a calçada com mangueira, utilizando jatos de água (“vassoura hidráulica”) ou escovando os dentes com a torneira aberta (jogando fora muita água potável).

Os exemplos de desperdício e despreocupação são muitos: lavagem de veículos com água tratada, uso de válvulas sob pressão nas descargas dos vasos sanitários, despejo das águas residuais de banho e de lavagens em geral sem a preocupação com a racionalização de consumo e/ou reutilização.

Um meio para evitar a falta de água no futuro está nas ações de educação e conscientização das pessoas, incluindo todas as classes sociais e todos os setores: agrícola, indústria, comércio, residências e escolas. Ensinar a inter-relação entre solo, água, ar e seres vivos é um modo de alcançar o objetivo de sermos cidadãos mais comprometidos com o futuro do planeta.

Apesar da aparente abundância de água que temos em nosso país, sua distribuição é desigual. Nas regiões em que há mais cidades, a água já está se tornando escassa. O mesmo acontece no mundo. Países mais desenvolvidos demandam mais água, porém a drenagem desse recurso nem sempre é boa.

Alguns países já tratam esse recurso como não renovável e apresentam formas de uso mais conscientes, porém a poluição da água

ainda é uma realidade. Ensinar sobre a importância desse recurso é fundamental para evitar que ele se esgote.

Na legislação, nosso país já evoluiu, agora é necessário que os cidadãos tomem consciência e repensem seus hábitos.

Ampliando seus conhecimentos

O Sistema Aquífero Guarani

(RIBEIRO, 2008)

[...]

O Sistema Aquífero Guarani resulta de diversas formações geológicas situadas no Triássico e no Jurássico. Tiveram origem no Triássico as Formações Piramboia e Rosário do Sul, no Brasil, e a Formação Buena Vista, no Uruguai. Remontam ao Jurássico as Formações Botucatu, no Brasil, Missiones, no Paraguai, e Tacuarembó, que ocorre na Argentina e no Uruguai (Rocha, 1997).

[...]

Estima-se que a quantidade de água do aquífero seja em torno de 46.000 km³ (BORGHETTI et al., 2004). Em estudo muito anterior, o geólogo brasileiro Aldo Rebouças (1976) estimou as reservas em 48.000 km³. Porém a reposição de água, oriunda de chuvas nas áreas de recarga, é estimada em aproximadamente 166 km³/ano ou 5 mil m³/s. Considerando-se perdas, chegou-se a um volume de 40 km³/ano de água utilizável, segundo divulgou o Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo. Esse volume de água é mais que suficiente para abastecer os cerca de 15 milhões de habitantes que vivem sobre a superfície do aquífero (ARAÚJO et al., 1995).

[...]

Embora as reservas de água subterrânea já estejam em uso em diversas localidades, não existe ainda uma estrutura organizada para a gestão dos recursos hídricos do Sistema Aquífero

Guarani. Apesar da controvérsia sobre o isolamento de partes do sistema, especula-se que o uso desequilibrado possa afetar a dinâmica da oferta de água.

RIBEIRO, W. C. Aquífero Guarani: gestão compartilhada e soberania. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 22, n. 64, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n64/a14v2264.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

Atividades

1. Existe alguma bacia hidrográfica na sua região? Quais rios pertencem a ela?
2. Existem problemas em relação ao abastecimento de água em sua cidade? E quanto ao esgoto? Existem coleta e tratamento de esgoto em toda a cidade? Caso sim, quem responde por isso?
3. Escreva sobre quais atitudes os cidadãos podem tomar para melhorar a qualidade de vida na cidade em relação aos recursos hídricos. Formule um programa de educação ambiental que vise a informar os cidadãos sobre o caráter finito dos recursos hídricos e a importância da água para todos.

Recursos sólidos e cidadania I

Há uma tendência clara de aumento da população no mundo. Com isso, também cresce a necessidade de recursos naturais e, como consequência, a produção de resíduos da atividade humana se expande. Na maior parte dos casos, esses resíduos são descartados e conhecidos pelo nome de *lixo*.

A espécie humana não tem levado em conta a possibilidade de algum dia não haver mais espaço para dispor a grande quantidade de resíduos que produz diariamente. Estima-se que, em média, um cidadão de Tóquio produza cerca de 1 quilo de lixo por dia, formado em grande parte por materiais que, se devidamente separados e processados, podem ser reutilizados ou reciclados.

O lixo é atualmente o grande desafio da maioria das cidades, visto que os impactos socioambientais produzidos por esses resíduos são cada vez mais preocupantes, como é o caso da contaminação das fontes de água usadas para o abastecimento público e a degradação da paisagem e de seus atributos naturais.

No Brasil, estima-se que em 2016 foram produzidas 78,3 toneladas de resíduos sólidos (ABRELPE, 2016, p. 14). Em países como os Estados Unidos, esse número é maior. Os norte-americanos produzem cerca de 228 milhões de toneladas de lixo por ano, o que os coloca como os maiores geradores de lixo no mundo (WORLD BANK, 2012). Isso porque, se o desenvolvimento é maior, aumentam também a renda *per capita* e o poder de consumo, gerando uma quantidade maior de resíduos sólidos.

A diferença na composição do lixo dos norte-americanos em relação ao lixo brasileiro é que eles geram menos resíduos sólidos orgânicos, enquanto em nosso país mais da metade do lixo é composta de matéria orgânica, em grande parte resultado do desperdício de alimentos.

Entende-se por *lixo* os restos das atividades humanas, considerados como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentam-se no estado sólido, semissólido ou semilíquido. Podem originar-se da indústria, dos serviços públicos e das atividades domésticas. Em todos os locais onde há consumo de recursos naturais também há geração de resíduos sólidos.

4.1 Tipos de resíduos sólidos

Os resíduos sólidos podem ser classificados conforme diferentes critérios, como pela sua natureza física, composição química, origem, riscos à saúde, entre outros.

Quanto à natureza física, podem ser classificados em: seco, como as aparas de papel produzidas na fabricação de material impresso; ou molhado, como no caso dos restos de alimentos produzidos por restaurantes e outros estabelecimentos que servem alimentos processados.

Em relação à composição química, os tipos mais usualmente reconhecidos são o lixo orgânico, formado por resíduos de vegetais, alimentos e animais; e o inorgânico, com materiais industrializados, como plásticos, papéis e metais.

Os resíduos podem ainda ser categorizados conforme o respectivo risco que apresentam ao meio ambiente. Os lixos considerados perigosos possuem uma ou mais das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. São exemplos de resíduos sólidos potencialmente perigosos as pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e frascos de aerossóis.

Os resíduos chamados de *não perigosos* são aqueles que não oferecem risco direto à saúde humana e ao ambiente, pois não introduzem substâncias químicas estranhas nele.

Quanto à origem, os resíduos sólidos podem ser classificados da seguinte forma:

- Domiciliares – originados da vida diária nas residências. São compostos basicamente de restos de alimentos, papéis (revistas, jornais e embalagens), vidros, latas, papel higiênico e outros itens, como pilhas e lâmpadas.
- Comerciais – originam-se dos estabelecimentos comerciais, como lojas, bancos, supermercados, restaurantes, entre outros. São mais comuns os papéis e plásticos, mas podem apresentar outros itens, como papel higiênico e restos de alimentos.
- Públicos – originam-se dos serviços de limpeza de vias e locais públicos e geralmente contêm restos de podas e folhas de árvores, material retirado da limpeza de galerias, córregos, terrenos, praias, restos de feiras livres e animais mortos.
- Hospitalares – resultam de materiais usados no tratamento da saúde. São representados por seringas, agulhas, gazes, bandagens, algodões, sangue, luva descartável, remédios com prazo de validade vencido, filmes fotográficos de raios-X, entre outros. Esse tipo de material é classificado como resíduo séptico, pois tem grande potencial de contaminação do ambiente com patógenos e substâncias tóxicas. Outros resíduos, como restos de alimentos, papéis e plásticos, podem ser tratados normalmente, desde que não entrem em contato com os resíduos sépticos.
- Industriais – são bastante variados, dependendo da natureza da atividade industrial. Podem conter cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, pigmentos, borrachas, metais, vidros e cerâmicas. É comum entre os resíduos industriais a presença de substâncias tóxicas.

- Agrícolas – são resíduos provenientes da atividade agrícola e da pecuária, como restos de colheita, embalagens de rações, de defensivos agrícolas e de fertilizantes, que também são considerados materiais tóxicos.
- Entulhos – vêm da construção civil e são compostos de restos de demolição, obras e escavações. A maioria dos resíduos da construção civil é passível de reaproveitamento. Materiais como amianto, tintas e solventes, porém, são tóxicos e merecem atenção especial.

A coleta e disposição final dos resíduos domiciliar, comercial e público são de responsabilidade das prefeituras. Já os resíduos dos serviços de saúde, industrial, agrícola e os entulhos são de responsabilidade de quem produz, ou seja, cada um é responsável pelo seu lixo, coletando, armazenando e tratando adequadamente esses resíduos.

Em casa ou no local de trabalho, os responsáveis pela separação e destinação adequada do lixo somos nós, antes mesmo de entregarmos ao caminhão de coleta. Resíduos de origem orgânica devem ser separados dos recicláveis, assim como os tóxicos (pilhas, lâmpadas, restos de tintas e medicamentos vencidos). Se a cidade não tem coleta seletiva, é preciso procurar a associação de bairro ou o representante da região no poder legislativo municipal, para propor medidas que minimizem o impacto desses resíduos na cidade.

4.2 Formas de disposição final dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos, mesmo quando coletados adequadamente pelo poder público municipal, provocam impactos no ambiente, por isso precisam de um local apropriado para sua disposição final.

As formas mais comuns para essa disposição são nos chamados lixões¹ ou *aterros sanitários*. Outras maneiras de tratar o lixo são por meio de compostagem, reciclagem e incineração. Porém, para que possam ser eficientes, é necessária a coleta seletiva. Quando ela não ocorre, os detritos acumulam-se irregularmente, como em terrenos baldios e no leito dos rios, e isso gera consequências para a saúde dos próprios responsáveis pela produção do lixo.

No Brasil, a coleta do lixo cobre cerca de 91% (ABRELPE, 2016) da população das áreas urbanas; nos estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, o percentual chega a ser maior.

Cerca de 58% do lixo é disposto em aterros sanitários, 24,2% vai para aterros controlados e 14,4% fica em lixões (ABRELPE, 2016). A compostagem e a incineração não são práticas usuais em nosso país, juntas representam apenas 1% do destino do lixo (ABRELPE, 2016).

Observe o Quadro 1 a seguir. Ele relaciona a situação do lixo com a densidade demográfica e o nível de renda dos habitantes do planeta.

Quadro 1 – Situação mundial do lixo conforme diferentes características socioeconômicas de países do mundo

	Japão, Alemanha, Bélgica e costa leste dos Estados Unidos	Canadá, interior dos Estados Unidos e países nórdicos	Cidades na Índia, China, Egito	Áreas rurais da África e de algumas regiões da América Latina
Densidade demográfica	Alta	Alta	Alta	Baixa
Renda per capita	Alta	Alta	Baixa	Baixa

(Continua)

¹ Apesar de irregulares, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), ainda são utilizados.

	Japão, Alemanha, Bélgica e costa leste dos Estados Unidos	Canadá, interior dos Estados Unidos e países nórdicos	Cidades na Índia, China, Egito	Áreas rurais da África e de algumas regiões da América Latina
Geração de lixo (<i>per capita</i>)	Alta	Alta	Média	Baixa
Característi- ca do lixo	Alto teor de embalagens	Alto teor de emba- lagens; grande quantidade de resíduos de jardi- nagem	Teor médio de embalagens e grande quanti- dade de restos de alimentos	Alto teor de restos de alimentos
Coleta do lixo	Total (progra- mas de coleta seletiva)	Total	Inadequada	Inadequada
Destinação final do lixo	Incineração para gerar energia; aterro sanitário com controle ambiental	Aterro sanitário; algumas iniciati- vas de reciclagem; compostagem	Lixão (há a preocu- pação em criar aterros sanitários); reciclagem	Lixão

Fonte: D'ALMEIDA; VILHENA, 2000, p. 5.

4.3 Formas mais usuais de disposição final dos resíduos sólidos

Existem diversas formas para a destinação final de resíduos sólidos, algumas são mais adequadas conforme a Lei n. 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

4.3.1 Lixões

Os lixões são a pior forma de disposição final dos resíduos sólidos, pois o lixo é jogado diretamente sobre o solo, a céu aberto.

Os problemas ambientais causados por essa disposição são a poluição da água, do ar e do solo.

Ainda existem os problemas relacionados à saúde pública, pois, além da contaminação ambiental, que afeta diretamente a população, os lixões são locais de disseminação de diversos vetores de doenças, como baratas, moscas e ratos. O principal agente contaminante é o chorume – líquido escuro gerado da decomposição da matéria orgânica, cuja constituição é variável e depende das condições locais e das características dos resíduos. Pode conter metais pesados que, associados a compostos altamente solúveis do chorume, contaminam os solos, a água e consequentemente toda a cadeia alimentar, incluindo os seres humanos.

4.3.2 Aterros

Existem três tipos diferentes de aterros: os sanitários, os controlados e os industriais. Os aterros sanitários são locais especialmente projetados para receber resíduos sólidos de origem domiciliar. Os terrenos recebem um tratamento de impermeabilização para evitar que o chorume penetre no solo e contamine as águas. Os resíduos depositados são compactados e recobertos por camadas de terra. O projeto inclui drenagem da água, captação e tratamento do chorume, além da captação e do tratamento dos gases que se originam da decomposição dos resíduos, entre eles o metano e o dióxido de carbono, que contribuem para o aquecimento global. Atualmente, pode-se transformar o metano em energia elétrica.

Os aterros controlados são lixões que passaram por adequações operacionais. Normalmente, não atendem às especificações técnicas de controle de poluição, pois o terreno não é impermeabilizado, como acontece nos aterros sanitários. Também não apresentam tratamento do chorume nem dos gases.

Os aterros industriais são locais especialmente projetados para receber os resíduos industriais perigosos. Esses locais devem garantir

que os resíduos não causem danos à saúde pública e ao ambiente. No Brasil, nem todos os rejeitos industriais são adequadamente tratados e ainda não se sabe quais serão as consequências desse descaso ao longo do tempo.

4.3.3 Incineração

Na incineração, os resíduos sólidos são queimados em temperaturas acima de 800 °C. Esse processo gera poluentes sólidos (cinzas), líquidos (lamas) e gasosos. Como as demais formas de disposição final, apresenta impacto ambiental.

As cinzas devem ser destinadas a aterros de resíduos perigosos e a emissão de gases deve ser controlada por filtros. Além da geração de poluentes, como dioxinas, a incineração tem a desvantagem de ser um processo de alto custo de implementação e de operação.

Contudo, durante a queima, pode ser gerada energia elétrica ou térmica. Com a incineração, há uma redução da massa e do volume dos resíduos, gerando economia de espaço nos aterros. Outra vantagem é a esterilização dos resíduos, destruindo bactérias e vírus, por isso é recomendada no tratamento dos resíduos hospitalares.

4.3.4 Compostagem

O processo de compostagem consiste na decomposição da matéria orgânica pela ação de agentes biológicos microbianos na presença de oxigênio. Necessita de condições físicas e químicas adequadas para levar à formação de um produto de boa qualidade, chamado de *composto*, que pode ser utilizado como fertilizante, melhorando as características de solos empobrecidos.

Pode ser uma alternativa para a destinação final dos resíduos orgânicos, visto que já é utilizada no meio rural há muito tempo. No nosso país, por exemplo, a compostagem reduz o volume desse tipo de lixo, que seria destinado aos aterros.

A compostagem pode ocorrer por dois métodos: o natural e o acelerado.

1. Natural – a parte orgânica do lixo é disposta em pilhas sobre o solo e a aeração (por meio de revolvimentos periódicos) é necessária para fornecer oxigênio aos micro-organismos. O processo leva de três a quatro meses para ser concluído.
2. Acelerado – as pilhas de lixo orgânico são dispostas sobre tubulações que forçam a aeração. Também se pode utilizar reatores nos quais a matéria orgânica passa no sentido contrário ao da corrente de ar. Depois de quatro dias ou mais sobre a tubulação ou no reator, a matéria orgânica é disposta em pilhas e o processo segue como no método natural. O método acelerado leva de dois a três meses para ser concluído.

É importante ressaltar que a compostagem também produz chorume e os efluentes devem ser tratados adequadamente para que não exista contaminação da água. No Brasil, algumas cidades têm usinas de compostagem pelo método acelerado, entre elas Boa Vista (RO), Belém (PA), Belo Horizonte e Uberaba (MG), Rio de Janeiro (RJ), São José dos Campos, Santo André e São Paulo (SP).

Muitas usinas pararam de funcionar principalmente por mau planejamento. A implementação e a operação de uma usina de compostagem são processos caros e, além disso, não trazem “lucro” ao município. Na verdade, o mercado de compostos e materiais recicláveis não cobre os custos financeiros de uma usina de triagem e compostagem. Porém, os benefícios relacionados ao aumento da vida útil de um aterro, de uma produção mais baixa de chorume e gases, da diminuição do consumo de matérias-primas, energia e água, além da redução da poluição ambiental, justificam a implementação de uma usina de beneficiamento do lixo reciclável e de compostagem para os resíduos orgânicos de um município.

4.3.5 Coleta seletiva

A coleta seletiva de lixo é um processo de recolhimento de produtos recicláveis, como papéis, vidros, metais, plásticos e orgânicos, que são previamente separados pelos geradores. Ela auxilia o trabalho nas usinas de triagem, além de os materiais poderem ser vendidos às indústrias recicadoras.

A separação do lixo por categorias agiliza o processo de reciclagem dos materiais e reduz o consumo de recursos naturais. Vários municípios brasileiros têm programa de coleta de lixo reciclável separadamente do lixo comum. Com isso, essa consciência também se reflete nas famílias de baixa renda que sobrevivem da catação de lixo reciclável.

4.4 O lixo que machuca

O trabalho de coleta do lixo é indispensável para manter a boa qualidade de vida nas cidades. Cada coletor de lixo recolhe uma média de quatro a seis toneladas de resíduos sólidos por dia. Expostos aos perigos do trânsito e à discriminação das pessoas, os coletores ainda precisam cuidar-se na hora de recolher o lixo, pois, quando mal-acondicionado, pode causar ferimentos e doenças. É muito frequente que ocorram cortes e perfurações nas mãos, em função de vidros e materiais cortantes mal-acondicionados em sacos plásticos ou espalhados pela rua.

Assim, a população precisa seguir algumas dicas que podem ajudar no trabalho do coletor e diminuir os riscos de acidentes:

- Evitar o depósito de lixo nos terrenos próximos a residências.
- Recolher o lixo e acondicionar em sacos plásticos.
- Evitar o desperdício e reutilizar embalagens quando possível, diminuindo o volume de lixo coletado diariamente.
- Ensinar as crianças a acondicionar o lixo e a jogar os papéis de doces nas lixeiras.

- Informar-se sobre a hora em que o coletor recolhe o lixo na rua e colocá-lo nesse horário. É proibido depositar lixos nas calçadas antes do período da coleta.
- Deixar de queimar o lixo, pois ele pode soltar gases tóxicos e prejudiciais à saúde.
- Acondicionar agulhas, latas, material cortante e perfurante em papel ou em recipientes com tampas, como as latas de biscoito ou leite em pó.
- Evitar estacionar veículos em frente aos pontos de disposição de lixo, pois dificulta para os coletores e aumenta a carga de trabalho deles.
- Evitar pendurar sacos de lixo em portões, grades ou árvores, pois assim o coletor de lixo terá de realizar grande esforço para coletar esses resíduos.
- Evitar a utilização de sacos muito grandes, pois ficam muito pesados, especialmente se houver resíduos como terra e entulhos.
- Descobrir se há algum serviço especial para coleta de objetos grandes, tais como mesas, vasos sanitários, pias e televisões.
- Evitar jogar pilhas e baterias no lixo, pois elas contêm substâncias tóxicas prejudiciais à saúde. Esses materiais devem ser entregues aos estabelecimentos que os comercializam ou levados em pontos específicos de coleta de lixo eletrônico, para que sejam adotados os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final adequada.
- Manter os cães presos, para evitar ataques e agressões aos coletores de lixo.
- Aguardar o término da limpeza das ruas em locais de feira livre. Transitar com os veículos antes disso pode provocar o atropelamento dos coletores.

A produção, coleta e disposição final do lixo nas grandes cidades, nas indústrias e no meio rural são questões que devem receber

atenção especial de cada cidadão, assim como do poder público. Aos cidadãos cabe a função de reduzir o consumo de produtos que gerem lixo, separar e acondicionar adequadamente o lixo produzido e atuar conscientemente, exigindo do poder público a destinação correta dos resíduos.

Ao poder público, além da regulamentação de todos os processos relacionados ao lixo, cabe implementar um sistema eficiente de coleta e destinação final dos resíduos, levando em consideração sua origem e as respectivas características físicas e químicas.

Ampliando seus conhecimentos

Desempenho ambiental da destinação e do tratamento de resíduos sólidos urbanos

(SOARES; MIYAMARU; MARTINS, 2017)

No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012), 58,0% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) produzidos são encaminhados para aterros sanitários, principalmente nas grandes cidades do país. O restante é enviado a aterros controlados (24,2%) ou lixões (17,8%), presentes na maior parte das pequenas e médias cidades.

De acordo com Campos (2012), a geração de RSU *per capita* no Brasil é em média 0,96 kg/dia. Com a tendência de crescimento da economia nacional, espera-se que esses valores aumentem nos próximos anos. Isso fará com que surja a necessidade muito forte de políticas públicas mais rigorosas para a regularização das condições dos aterros sanitários, além de mais incentivo econômico para a reciclagem e para o reaproveitamento energético dos RSU. Exemplo disso é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em vigor desde 2010, que promove e incentiva novas tecnologias para o tratamento, a destinação e o aproveitamento de RSU no país.

[...]

Nota-se bem que a opção de destinação mais comum adotada pelo Brasil são os aterros sanitários, por conta do baixo custo e da disponibilidade de áreas, aparentemente em abundância, no entanto esse processo de destinação tem levado a práticas operacionais inadequadas entre as regiões, principalmente em virtude da escassez de recursos financeiros pelas prefeituras, acarretando em falhas de gestão e ineficiência do sistema. Em consequência, há aterros controlados e lixões que possuem alto potencial de poluição.

A incineração também é um processo de destinação de RSU, porém muito pouco utilizada no Brasil, estando restrita aos resíduos classificados como perigosos, pelo alto custo que esse processo ainda apresenta diante da realidade econômica do país.

Portanto, o tratamento dado aos RSU no Brasil ainda está muito aquém daquele praticado nos países mais desenvolvidos, o que ainda causa impactos ambientais, econômicos e sociais relativamente negativos quando comparados aos impactos causados por parte dos países desenvolvidos.

SOARES, F. R.; MIYAMARU, E. S.; MARTINS, G. Desempenho ambiental da destinação e do tratamento de resíduos sólidos urbanos com reaproveitamento energético por meio da avaliação do ciclo de vida na Central de Tratamento de Resíduos – Caieiras. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 994, set./out. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-22-05-00993.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

Atividades

1. Monitore a sua produção de lixo diária no mínimo por uma semana. Separe o material nas seguintes categorias: papel, plástico, vidro, metal e orgânico. Junte o material de cada categoria ao fim do período monitorado e procure um local para fazer a pesagem – pode ser uma farmácia, um armazém ou uma usina de reciclagem, caso sua cidade tenha uma.

2. Reúna as informações e obtenha os seguintes indicadores:
 - a) distribuição proporcional das diferentes categorias de lixo;
 - b) produção média diária de lixo *per capita*;
 - c) produção média diária *per capita* por categoria.
3. Faça uma comparação entre a produção de lixo no ambiente doméstico e no ambiente de trabalho, considerando as diferentes categorias de lixo.

Recursos sólidos e cidadania II

A população mundial em notável crescimento e o consequente aumento no uso dos recursos naturais têm gerado uma quantidade cada vez maior de resíduos sólidos, de diferentes naturezas, genericamente chamados de *lixo*.

Essa questão é decisiva para a manutenção da qualidade de vida do ser humano. Por isso, não há uma alternativa viável a não ser diminuir a quantidade de resíduos, reutilizar tudo o que for possível e, principalmente, reciclar o lixo, utilizando-o na fabricação de novos produtos. É o que se conhece popularmente como 3R: reduzir, reutilizar e reciclar.

Há quem acrescente a essa tríade mais dois Rs, que todo educador deve considerar. Assim, os 5Rs são:

1. Repensar hábitos e atitudes.
2. Reduzir o consumo e diminuir a geração e o descarte de resíduos sólidos.
3. Reutilizar para aumentar a vida útil de cada produto.
4. Reciclar para transformar o resíduo em um novo produto.
5. Recusar produtos que agridam à saúde e ao ambiente.

A Tabela 1 mostra a proporção de resíduos sólidos de diferentes naturezas que são reciclados no Brasil. Embora alguns materiais tenham percentuais relativamente altos de reciclagem (como o alumínio), outros ainda têm muito a crescer nesse sentido, seja porque ainda não têm um valor de mercado atraente para investidores, (como o PET), seja porque a tecnologia disponível para a reciclagem ainda é pouco difundida e empregada (como é o caso das embalagens longa vida).

Percebe-se também que os materiais com maior percentual de reciclagem são aqueles que têm maior valor no mercado de recicláveis, como as latas de alumínio e alguns tipos de papel.

Tabela 1 – Reciclagem no Brasil em números (2016)

Materiais	Porcentagem reciclada
Plásticos	11%
Papel/papelão	34%
Vidro	6%
Longa vida	2%
Alumínio	3%
Metais ferrosos	5%
Eletrônicos	0%
Outros	4%
Rejeitos	32%

Fonte: CEMPRE, 2018a. Adaptado.

Entende-se por reciclagem o conjunto de técnicas que têm por finalidade aproveitar os detritos e reutilizá-los no ciclo de produção de que saíram. É o resultado de uma série de atividades pelas quais materiais que se tornariam lixo (ou estão no lixo) são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos.

5.1 Coleta seletiva

A coleta seletiva é o recolhimento dos resíduos sólidos previamente separados por categorias, de acordo com sua composição química. Ela se inicia com a separação do lixo, que é feita pelos próprios geradores ou pelos catadores de materiais recicláveis. É parte do processo de reciclagem, pois, após a coleta, os materiais estão prontos para serem vendidos às centrais e indústrias que fazem o reaproveitamento do material.

Para o município, a coleta seletiva e a adequada destinação final do lixo não podem ser vistas como atividades lucrativas; o tratamento dos resíduos sólidos deve ser implementado com base em seus benefícios sociais e ambientais, entre os quais podem ser destacados:

- Redução de custo com aterros sanitários ou incineração.
- Aumento da vida útil dos aterros sanitários.
- Diminuição de gastos com áreas degradadas pelo mal-acontecimento do lixo.
- Conscientização da população sobre o meio ambiente.
- Comunidade mais educada, o que representa uma economia de recursos gastos com limpeza pública.
- Melhoria das condições ambientais e de saúde pública do município.
- Geração de empregos diretos e indiretos, com consequente resgate social dos catadores de lixo.

A coleta seletiva pode ser feita porta a porta, assim como acontece com a coleta normal. Outra forma é a coleta seletiva voluntária, na qual a população deposita seu lixo em recipientes específicos, dispostos em pontos da cidade denominados *pontos de entrega voluntária* (PEVs) ou *locais de entrega voluntária* (LEVs). Nesses pontos, recipientes (lixeiras) com cores específicas e simbologia adequada auxiliam o cidadão a depositar seu lixo. O sucesso da coleta seletiva está relacionado com a sensibilização ambiental da população.

5.2 Identificação dos materiais recicláveis

Para identificar os materiais recicláveis, há uma padronização das cores dos recipientes de coleta e também existem símbolos que podem ou não estar associados com as cores. Observe no quadro a seguir os símbolos adotados nessa identificação.

Quadro 1 – Símbolos para identificação de materiais recicláveis

Cor	Material	Simbologia
Azul	Papel/papelão	 PAPEL
Vermelho	Plástico	
Verde	Vidro	
Amarelo	Metal	
Preto	Madeira	
Laranja	Resíduos perigosos	
Branco	Resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde	
Roxo	Resíduos radioativos	
Marrom	Resíduos orgânicos	
Cinza	Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação	

Fonte: Elaborado com base em BRASIL, 2001.

É fundamental conscientizar a população para que os produtos provenientes da reciclagem sejam “comprados”. Caso contrário, sem esse mercado, não haverá mais estímulo para os catadores e para as indústrias recicladoras.

A latinha de alumínio, por exemplo, é um dos produtos que têm bom valor comercial. Com o preço do alumínio no mercado e a queda da oferta da matéria-prima de primeira mão, as latas de alumínio ganham destaque, tornando-se as mais coletadas pelos catadores. Uma lata de alumínio é 100% reciclável e tem um ótimo preço no mercado de recicláveis, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 2 – Cotação do mercado nacional de recicláveis (2017)

	Valor mínimo (R\$/tonelada)	Valor máximo (R\$/tonelada)
Papelão	210	470
Papel branco	120	550
Latas de aço	100	350
Latas de alumínio	2700	3800
Vidros	36	190
Plástico rígido	500	2000
PET	800	2000
Plástico filme	300	2000
Longa vida	100	350

Fonte: CEMPRE, 2017. Adaptado.

Os valores expostos na tabela são os praticados por programas de coleta seletiva ou catadores nas cidades de Itabira, Belo Horizonte e Brumadinho (MG), São Paulo (SP), Mesquita (RJ) Manaus (AM), Goiânia (GO), Florianópolis (SC) e Natal (RN).

5.3 Reciclagem

A reciclagem, como já falamos anteriormente, é uma alternativa para o tratamento de resíduos sólidos. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2018e), o processo consiste em:

[...] um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. É uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos (lixo) mais vantajosas, tanto do ponto de vista ambiental quanto do social: [...] reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água, diminui o volume de lixo e dá emprego a milhares de pessoas. (BRASIL, 2018e)

Esse processo começa pela coleta seletiva, na separação de materiais que, posteriormente, serão reciclados. Os benefícios da reciclagem são vários e a tabela a seguir demonstra alguns deles.

Tabela 3 – Benefícios da substituição de recursos virgens por materiais secundários

	Alumínio (%)	Aço (%)	Papel (%)	Vidro (%)
Uso de energia	90-97	47-74	23-74	4-32
Poluição do ar	–	40	58	50
Poluição da água	97	76	35	–

Fonte: CORSON, 1993.

Os resíduos mais comuns no processo de reciclagem serão exemplificados nas seções a seguir.

5.3.1 Reciclagem de papel

No Brasil, grande parte da pasta celulósica utilizada na fabricação do papel vem da madeira, enquanto o restante vem de materiais como sisal, bambu e linter¹ de algodão.

A pasta celulósica pode ser produzida com base no próprio papel, ou seja, por meio da reciclagem. No entanto, o papel não é infinitamente reciclável, pois com seu processamento as fibras perdem

1 A parte da fibra que fica fortemente aderida à semente. Para se obter o linter, é preciso submeter o caroço do algodão – separado da fibra – a um segundo processo, chamado de *deslinteração*. O linter é utilizado para encher colchões, travesseiros e almofadas, para fazer fios de alguns tipos de tapetes, na produção de celulose, na indústria têxtil (*rayon* e algodão artificial) e na de verniz. É ainda matéria básica da elaboração do algodão absorvente, bem como do algodão para fins cirúrgicos. Na indústria bélica, é empregado na preparação de pólvora, pois dele se obtém explosivos.

qualidade. Os principais fornecedores dessa matéria para a reciclagem são a indústria, o comércio e o lixo domiciliar.

Reciclar papel é importante para evitar que mais árvores sejam cortadas e outros pontos a serem considerados são a diminuição desse consumo e o desperdício.

Alguns papéis não podem ser reciclados e, nesse caso, são mandados para os aterros sanitários. São eles: papel vegetal, papel impregnado com substâncias impermeáveis (resina sintética e betume), papel-carbono, papel sanitário usado (essa categoria inclui papel higiênico, papel-toalha, guardanapo e lenço de papel), papel sujo, engordurado ou contaminado com produtos químicos nocivos à saúde e certos tipos de papel revestidos (com parafina ou silicone).

5.3.2 Reciclagem de plástico

Plásticos são produtos obtidos a partir do petróleo. Embora apresentem pouca massa, ocupam muito espaço. Isso dificulta a sua disposição nos aterros e prejudica a compactação da camada de lixo. Além disso, por serem impermeáveis, dificultam a decomposição da matéria orgânica.

Os plásticos também não devem ser queimados, pois o resultado de sua combustão são gases poluentes e tóxicos. Um exemplo é o policloreto de vinila (PVC), aquele que usamos como filme plástico na cozinha. A queima do PVC gera dioxinas, que são substâncias tóxicas e cancerígenas, e junto há a liberação de cloro, o qual pode originar o ácido clorídrico, que é bastante corrosivo.

A reciclagem dos plásticos traz várias vantagens, como redução do volume de lixo encaminhado aos aterros, economia de energia e petróleo, geração de empregos, redução no preço de produtos de plástico reciclado, além de melhorias ambientais, como redução do consumo de energia, água e petróleo. Isso evita que os plásticos fiquem no ambiente até serem totalmente degradados, o que pode

causar a morte de animais, como é o caso dos peixes e tartarugas, que comem sacos plásticos por serem semelhantes às algas.

Os plásticos são divididos em duas categorias:

1. Termofixos – não permitem reciclagem, pois não se fundem novamente (por exemplo: o poliacetato de etileno vinil (EVA), material bastante utilizado para artesanato na atualidade). Apesar de não serem reciclados, esses plásticos ainda podem ser utilizados em outras aplicações, como no caso de condicionadores de asfalto.
2. Termoplásticos – podem ser reciclados várias vezes. Nessa categoria, estão os polietilenos de baixa e de alta densidade (PEBD e PEAD), o policloreto de vinila (PVC), o poliestireno (PS), o polipropileno (PP), o politereftalato de etileno (PET) e as poliamidas (náilon).

No quadro a seguir, há alguns itens do dia a dia e seus correspondentes tipos de plástico.

Quadro 2 – Tipos de plástico

Artefato	Tipo de plástico
Baldes, garrafas de álcool	PEAD
Condutores para fios e cabos elétricos	PVC, PEBD, PEAD, PP
Copos de água mineral	PP e PS
Copos descartáveis (água e café)	PS
Embalagens de massas e biscoitos	PP, PEBD
Frascos de detergente e produtos de limpeza	PP, PEAD, PEBD, PVC
Frascos de xampu e artigos de higiene	PEBD, PEAD, PP
Gabinetes de aparelho de som e TV	PS
Garrafas de água mineral	PVC, PEAD, PET, PP

(Continua)

Artefato	Tipo de plástico
Garrafas de refrigerante	PET (o rótulo é de PEBD e a tampa em PP)
Garrafões de água mineral	PVC, PEAD, PP
Isopor	PS
Lonas agrícolas	PVC, PEAD, PEBD
Potes de margarina	PP
Sacos de adubo	PEBD
Sacos de leite	PEBD
Sacos de lixo	PEBD, PEAD, PVC
Sacos de ráfia	PP
Tubos de água e esgoto	PVC, PP OU PEAD

Fonte: Elaborado com base em CEMPRE, 2018b.

5.3.3 Reciclagem de metais

Os metais podem ser ferrosos, como o ferro e o aço, ou não ferrosos, como alumínio, cobre e suas ligas, chumbo, zinco e níquel. Eles podem ser fabricados de duas maneiras: com o minério ou a sucata. O primeiro processo é mais dispendioso, pois consome mais energia para transformar o minério em metal.

Na reciclagem do alumínio, utiliza-se 20 vezes menos energia em relação à quantidade necessária para utilização da matéria-prima virgem. Entretanto, nem todos os metais podem ser reciclados, como é o caso da esponja de aço usada para lavar roupas, dos *clips* e grampos usados para prender papel e tachinhas.

5.3.4 Reciclagem de vidro

O vidro é um produto obtido da fusão de compostos inorgânicos, sendo seu principal componente a sílica (SiO_2). Ele pode ser reutilizado inúmeras vezes, pois permite a esterilização em

altas temperaturas. Também pode ser reciclado, não havendo perda de massa durante o processo (1 tonelada de caco de vidro = 1 tonelada de vidro novo = economia de 1,2 tonelada de matéria-prima virgem).

Os vidros levam muito tempo para se decompor, mais de 1 milhão de anos. Com isso, geram problemas de espaço nos aterros. Sua reciclagem tem ainda como ponto benéfico a redução do uso de energia.

Alguns tipos de vidro não podem ser reciclados, como espelhos, vidros de janelas e *box* de banheiro, vidros de automóveis, cristais, lâmpadas, tubos de televisão, válvulas, ampolas de medicamentos e os vidros temperados de uso doméstico.

Já existem recursos para se reciclar o vidro das lâmpadas, mas, para isso, é necessário que o gás de mercúrio existente nelas seja retirado e tratado adequadamente, a fim de não poluir o ambiente.

5.3.5 Reciclagem das embalagens de agrotóxicos

As embalagens de agrotóxicos não devem ser reutilizadas, pois contêm resíduos. A legislação, por meio da Lei n. 9.974, de 6 junho de 2000 (BRASIL, 2000a), e do Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2002a), proíbe qualquer reutilização.

O agricultor deve lavar a embalagem três vezes (tríplice lavagem) após utilizar o conteúdo dela, descartando a água da lavagem no tanque pulverizador, para que seja aplicada com o agrotóxico. Essa água não deve ser descartada em outro local, pois acarretará em contaminação ambiental.

Após isso, a embalagem deve ser furada² e devolvida aos postos de coleta (que são de responsabilidade dos revendedores) no prazo de até um ano após a compra.

2 Furando as embalagens, evita-se que elas sejam reutilizadas.

A parte metálica das embalagens é reaproveitada, por exemplo, para a fabricação de vergalhões para a construção civil. O polietileno de alta densidade (PEAD) pode ser transformado em conduítes corrugados, barricas plásticas e bombonas para lubrificantes. O PET pode ser usado para produzir vassouras. As tampas são utilizadas para produzir novas tampas para embalagens de agrotóxicos.

Existem também embalagens não laváveis, que são de dois tipos (INPEV, 2018):

- Flexíveis – como sacos de papel ou metalizados. O descarte deve ser feito em embalagem especial (adquirida com o re-vendedor), que precisa estar fechada e identificada.
- Rígidas – são embalagens de produtos para tratamento de sementes, por exemplo. Devem ser entregues com a embalagem (caixa) original e não podem ser furadas. As tampas também devem ser devolvidas.

No Brasil, as bandejas de poliestireno³ são utilizadas pelos fumicultores para a germinação de sementes de tabaco. Depois de germinadas, as mudas são transplantadas para o campo. Dessa maneira, não é mais necessária a utilização do brometo de metila⁴, que antes era usado na prevenção das pragas. Essa é uma experiência iniciada no estado do Rio Grande do Sul e que atualmente é realizada por 90% dos produtores do país. No entanto, as bandejas – que têm vida útil de três ou quatro safras – estavam sendo descartadas de maneira incorreta pelos produtores agrícolas.

Com iniciativa da Associação Brasileira do Poliestireno Expandido (Abrapex), em conjunto com o Sindicato da Indústria do Fumo (Sindifumo) e com a Associação dos Fumicultores do Brasil (Afubra), atualmente as bandejas são coletadas, a exemplo

³ Popularmente conhecidas como Isopor. Contudo, essa é uma marca registrada da Knauf-Isopor e designa comercialmente o material fabricado por essa empresa.

⁴ O brometo de metila é uma substância prejudicial à camada de ozônio e seu uso está sendo banido em todo o planeta, de acordo com o Protocolo de Montreal (1987).

das embalagens de agrotóxicos, e encaminhadas para o setor de confecção de calçados, sendo então reprocessadas e utilizadas como matéria-prima para a confecção de solas de sapatos.

Outro exemplo é o programa Câmbio Verde, em Curitiba, no estado do Paraná, que teve início em 1991, quando houve uma super-safra de produtos hortigranjeiros na região metropolitana da cidade. Os pequenos produtores, com dificuldade para escoar a produção, estavam transformando seu excedente em ração e adubo orgânico. Então, o poder público resolveu auxiliá-los e adquiriu o excedente de produção.

Atualmente, esses produtos são trocados com pessoas de baixa renda (entre 0 e 3,5 salários mínimos) por lixo reciclável. Quatro quilos de material reciclável rendem um quilo de alimento. Os itens recicláveis são triados e vendidos, sendo que o dinheiro da venda serve para comprar mais produtos e dar continuidade ao programa. Com isso, pessoas que jogavam o lixo reciclável em terrenos baldios e rios passaram a trocá-lo por alimentos.

A quantidade de lixo no Brasil ainda não é das maiores do mundo, mas o exemplo dos países desenvolvidos já nos serve de aviso. Mudar nossos hábitos de consumo para reduzir a quantidade de lixo é um passo importantíssimo.

Escolher produtos com embalagens recicláveis e consumir apenas o necessário, além de separar os resíduos e entregá-los aos postos de coleta seletiva ou ao sistema de transporte de lixo, também devem fazer parte do dia a dia dos cidadãos.

O fato de existir um símbolo de reciclável na embalagem não significa que ela será automaticamente reciclada, principalmente se for mandada junto com o lixo orgânico para um aterro ou lixão. As atitudes tomadas hoje serão refletidas no futuro.

Ampliando seus conhecimentos

Situação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil

(RIBEIRO, 2014)

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), são resíduos sólidos urbanos “os resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola de serviços e de varrição” (NBR 10004/2004). O manejo dos resíduos sólidos compreende as ações de coleta, transporte, acondicionamento, tratamento e disposição final. Entre as possíveis classificações desses resíduos, a mais adequada [...] é aquela que considera o momento em que o resíduo é gerado. Há duas categorias – a dos resíduos pós-industriais, gerados como rebarba dos processos produtivos, seja como sucatas de manutenção, seja como obsolescência de máquinas e equipamentos; e a categoria dos resíduos pós-consumo, fruto do descarte das sobras quando do consumo de bens ou serviços. Resíduos domiciliares são exemplos desta última categoria.

O [...] levantamento oficial sobre a coleta de resíduos sólidos, de alcance nacional, abrangendo os 5.507 municípios brasileiros, foi conduzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [...]. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2010) apurou que em 2008 eram coletadas ou recebidas diariamente 259.547 toneladas de resíduos sólidos domiciliares ou públicos, das quais 17,6% ainda eram destinadas a vazadouros a céu aberto ou vazadouros alagados, conhecidos como lixões.

[...]

Cumpre observar que os aterros controlados não atendem às exigências sanitárias e ambientais requeridas para a disposição final dos resíduos. Deste modo, até o ano de 2008, 33,3% do resíduo coletado no país recebia destinação final inadequada.

As inexpressíveis quantidades de lixo destinadas às estações de compostagem e triagem refletem a baixa adesão aos programas de coleta seletiva entre os municípios brasileiros, até 2008. Esse fato revela o viés dos gestores públicos para o curto prazo e a priorização do motivo contábil na tomada de decisões acerca do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos, haja vista o custo monetário da coleta seletiva, desconsiderando seus eventuais benefícios ambientais, permanecer quatro vezes maior que o custo da coleta convencional, respectivamente U\$ 204 e U\$ 51 (CEMPRE, 2010). Essa perspectiva, radicada em imediatismo, ao considerar somente a razão entre receitas e despesas monetárias, acaba por dificultar uma prática ambientalmente correta e potencialmente benéfica a todo o setor produtivo, que começa na coleta seletiva e se confirma na reciclagem.

Não obstante, o número de prefeituras que possuem programas desse tipo cresceu de 81 para 443 municípios entre 1994 e 2010 (CEMPRE). No ano de 2000, quase a metade dos municípios brasileiros, 45,4%, segundo a PNSB, cobrava taxa para o custeio dos serviços de limpeza urbana. O comprometimento financeiro com essa atividade era, em média, de até 5% do orçamento municipal.

[...]

Diversos fatores interferem na geração do lixo, desde as preferências dos consumidores, seus hábitos e costumes, às variações sazonais, climáticas, densidade demográfica, leis e regulamentações específicas. Uma vez que as questões socioeconômicas também têm relevância, a composição gravimétrica e a quantidade de resíduos *per capita* constituem parâmetros de comparação entre distintas regiões. Em geral, economias mais avançadas, em termos da industrialização e produção, geram maior quantidade de resíduos por habitante. Um exame entre os Estados brasileiros dá suporte a essa afirmativa. No Estado de São Paulo, que concentra boa parte da renda nacional, a coleta de resíduos *per capita* atinge o maior valor do país, 1,21 kg/dia, enquanto, por exemplo, no Estado da Bahia, esse valor atinge apenas 0,8 kg/dia (ABRELPE, 2006).

Segundo pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2006, nas cidades acima de 50 mil habitantes, a composição dos resíduos domiciliares no Brasil apresenta a relação gravimétrica disposta no Gráfico 1. Somados os percentuais de papel/papelão, plástico, vidro, alumínio e material ferroso, o total de 34% oferece o primeiro indício do potencial econômico da reciclagem no país. De fato, a literatura econômica recente vem demonstrando a viabilidade da atividade. Por exemplo, Calderoni (1997) estimou em mais de um bilhão de reais o valor dos resíduos recicláveis desperdiçados no lixo. Freitas e Damásio (2009) calcularam em mais de 700 milhões a economia potencial de recursos que o Estado da Bahia deixou de obter no ano de 2003. O Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas calculou em R\$ 8 bilhões anuais os benefícios potenciais da reciclagem no Brasil (IPEA, 2010).

RIBEIRO, L. C. S. et al. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável no Rio de Janeiro. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 192-194, jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/neco/v24n1/0103-6351-neco-24-01-0191.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

Atividades

1. Reflita sobre sua atitude diante do assunto resíduos sólidos e cidadania. Repense seus hábitos e a forma como trata o lixo em casa. Liste os pontos que você, como cidadão, pode melhorar.
2. Reflita sobre as maneiras de reaproveitar o lixo ou os meios de atingir outras pessoas e sensibilizá-las com essa questão. Liste as ideias que lhe parecerem mais viáveis.

O uso do solo

O ser humano tem provocado alterações no solo desde que começou a praticar a agricultura. Na atualidade, elas têm sido mais severas, principalmente pelo avanço das tecnologias direcionadas ao aumento da produção agrícola.

Além disso, o solo é utilizado para erguer cidades e explorar minérios, atividades que, invariavelmente, estão associadas a algum tipo de degradação ambiental. As consequências mais comuns desse processo são a erosão, a contaminação de aquíferos e o assoreamento de rios, canais e lagos.

Em geral, a retirada da vegetação nativa (floresta ou campo) é o primeiro passo para a utilização do solo com fins produtivos. A desestruturação da camada fértil, o uso de substâncias químicas diversas, a utilização de terras inadequadas para atividades agrícolas, a impermeabilização dos solos das cidades, a ocupação urbana de áreas impróprias e a abertura de estradas e escavações para a extração de minérios são algumas das causas mais comuns da degradação do solo, tanto nos ambientes urbanos quanto no meio rural.

O solo é um conjunto de corpos naturais tridimensionais resultantes da ação integrada do clima e dos organismos sobre o material de origem. É condicionado pelo relevo em diferentes períodos e apresenta, então, características que constituem a expressão dos processos e dos mecanismos dominantes na sua formação. É ainda composto de uma parte orgânica e uma mineral: a parte orgânica é representada por restos de animais e vegetais em decomposição e a parte mineral vem do intemperismo¹ das rochas e compõe-se, por

1 Conjunto de processos que ocasionam a desintegração e a decomposição dos minerais em geral, pela ação de agentes atmosféricos e biológicos. É sinônimo de meteorização.

exemplo, de quartzo², caulinita³, montmorillonita⁴ e óxido de ferro⁵, entre outros, dependendo da composição da rocha matriz.

O solo apresenta três fases: sólida, líquida e gasosa. As fases líquida e gasosa preenchem os espaços entre os corpos tridimensionais da fase sólida. O ar que compõe essa fase é composto de gases atmosféricos e gases provenientes das reações que ocorrem no sistema água-solo-planta.

Na fase líquida, a retenção da água está relacionada ao tipo de solo, mais especificamente às suas características físicas e químicas. No processo de formação do solo, conhecido como *pedogênese*, a produção e deposição dos diferentes materiais formadores gera a diferenciação de camadas mais ou menos paralelas à superfície, denominadas na literatura especializada de *horizontes*. O conjunto organizado de horizontes de um solo constitui o que se chama de *perfil do solo*, unidade fundamental para a classificação. A figura a seguir ilustra um perfil esquemático de solo com seus diferentes horizontes.

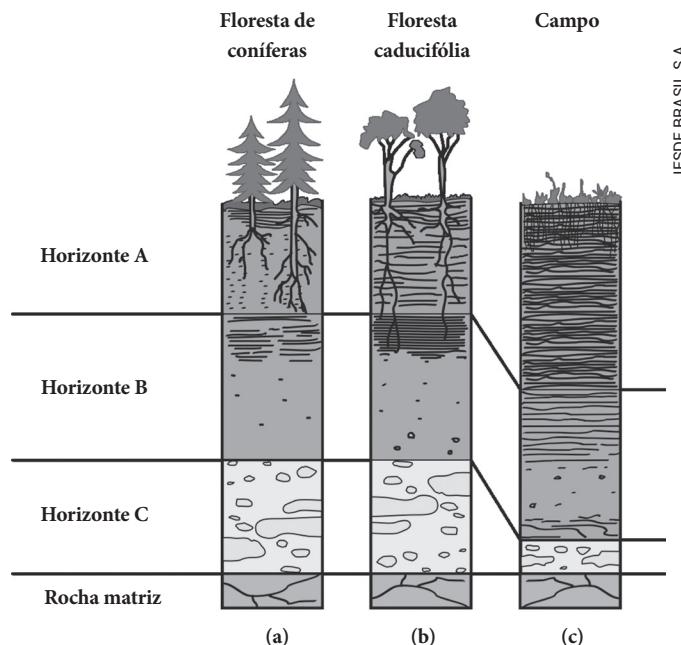
2 Cristal de brilho vítreo gerado por processos metamórficos, magmáticos, diegenéticos e hidrotermais. Tem sido utilizado na fabricação de vidros, esmaltes, saponáceos, abrasivos, lixas, entre outros.

3 Mineral do grupo das argilas, encontrado em rochas metamórficas e ígneas, produzido pela decomposição do feldspato. Também ocorre em rochas sedimentares e pode ser originado por reações do material de origem com fontes hidrotermais, formado principalmente sob condições tropicais. Constitui matéria-prima básica na indústria de cerâmica e porcelanas, além de ter vários outros usos industriais (MACHADO et al., 2018).

4 Trata-se de um silicato de alumínio, cálcio e magnésio hidratado, associados a minerais presentes na argila, resultante da intemperização de rochas ígneas efusivas, metamórficas e sedimentares em ambientes mal drenados (MACHADO et al., 2018).

5 Forma química em que o ferro comumente ocorre nos diferentes tipos de solo, podendo apresentar variadas combinações e graus de hidratação. É uma das responsáveis pelas diferentes colorações dos horizontes do solo (MACHADO et al., 2018).

Figura 1 – Perfil esquemático de três tipos de solo



Legenda: (a) solo sob floresta de coníferas (*coniferous forest*), na qual o folhado decompõe-se lentamente, resultando em um horizonte superficial ácido e com pouca matéria orgânica humificada; (b) solo sob floresta caducifólia (*deciduous forest*), na qual o folhado decompõe-se mais rapidamente e forma um solo mais fértil, com mais matéria orgânica; (c) solo sob campo (*grassland*), em que há uma camada orgânica bastante espessa, resultante da morte anual das partes aéreas das plantas e consequente acúmulo sobre o solo.

O horizonte A contém grande quantidade de material orgânico, tanto vivo quanto morto, como folhas mortas e em decomposição e outras partes de plantas, insetos e outros pequenos artrópodes, minhocas, organismos unicelulares, nematoides e fungos.

Quanto ao horizonte B, essa é a região de deposição, ou seja, na qual os óxidos de ferro, as partículas de argila e a matéria orgânica trazidas do horizonte A pela água da chuva se depositam. O horizonte B contém quantidade menor de material orgânico e é menos intemperizado que o horizonte A.

Já o horizonte C é composto de rochas intemperizadas e minerais, por meio dos quais o verdadeiro solo dos horizontes superiores é formado. Está em contato direto com a rocha matriz, ou seja, aquela que dá origem à fração mineral do solo.

Os solos não são iguais em todas as partes do planeta. Podem ser diferentes, inclusive, em uma escala muito pequena, às vezes dentro de uma mesma fazenda. Sua composição pode variar de acordo com o tipo de rocha matriz, além de fatores como o clima da região, os organismos que vivem no local, o relevo e o tempo necessário para sua formação.

6.1 Tipos de solos

- Cambissolo – classe de solo com horizonte B incipiente, não hidromórfico, ou seja, sem efeito direto da ação da água, com uma sequência incipiente de horizontes.
- Latossolo – solo predominantemente formado em regiões tropicais úmidas, sem horizontes subsuperficiais de acúmulo de argila, caracterizado por apresentar baixa relação molecular entre a sílica e os sesquióxidos (formas estáveis de ligação do ferro com o oxigênio na fração argila), além de uma baixa capacidade de troca catiônica (a capacidade de reter os elementos necessários às plantas) e baixo teor de minerais primários facilmente intemperizáveis. É normalmente muito espesso.
- Litossolo – solo pouco espesso que apresenta pequena camada enriquecida com matéria orgânica (horizonte A), diretamente assentada sobre a rocha matriz. Comumente está associado a afloramentos de rocha em locais com relevo accidentado.
- Podzol – classe de solos geralmente formados em climas temperados úmidos, sob vegetação de coníferas. São caracterizados por apresentar um horizonte claro eluvial, ou seja, de perda de minerais e matéria orgânica para as camadas inferiores do solo, sobre horizonte espódico, isto é, rico em óxidos de

ferro e alumínio e pobre em argilas. No Brasil, a maior parte desses solos está associada a materiais arenosos de origem marinha e de lençol freático elevado.

O conhecimento e a organização das qualidades e características dos solos podem ser identificados em levantamentos de campo e são essenciais para o fornecimento das bases necessárias para as seguintes atividades:

- Estabelecer políticas e estratégias de desenvolvimento sustentável aliadas à conservação ambiental.
- Estabelecer políticas e estratégias de educação ambiental, de ordenamento e de utilização de áreas de maneira economicamente viáveis, socialmente justas e ecologicamente adequadas.
- Modelar o desenvolvimento agrícola sustentável e melhorar a qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.
- Planejar e implementar o desenvolvimento de sistemas integrados de produção e selecionar áreas para exploração intensiva agrícola, pastoril e florestal nas propriedades rurais.
- Identificar e avaliar os impactos ambientais provocados pela ação do ser humano.
- Estudar áreas para localização e orientação de obras de infraestrutura, como rodovias e ferrovias, além do desenvolvimento urbano, rural e industrial.
- Selecionar áreas para turismo, recreação, parques, *camping*, aterro sanitário, cemitérios e proteção da flora e fauna.
- Selecionar áreas para programas de conservação, agrovilas, estações experimentais, irrigação e drenagem.
- Selecionar áreas para loteamentos e infraestrutura de saneamento básico.
- Planejar, elaborar programas e identificar problemas na implementação de práticas de manejo e conservação do solo e da água.

- Estabelecer e implementar polos irradiadores para difusão e transferência de tecnologias sustentáveis.
- Avaliar a aptidão agrícola de terras de zoneamentos agroambientais, sua diversificação agrícola e recuperação de áreas degradadas.
- Estudar e avaliar a fertilidade natural, impedimentos à mecanização, tráfego de máquinas pesadas, suscetibilidade à erosão, profundidade do solo e do lençol freático.

6.1.1 Os solos como “organismos vivos”

A fertilidade de um determinado tipo de solo é consequência de uma série de fatores relacionados à sua origem e ao seu processo de formação. A cobertura vegetal, como um desses fatores, tem papel fundamental na manutenção dos processos que mantêm as interações no solo, portanto suas características podem refletir diferentes níveis de especificidade nos ciclos dos minerais.

Boa parte da floresta amazônica está sobre solos arenosos e pobres em nutrientes, formados basicamente por sedimentos depositados pelos sistemas fluviais da região. O processo rápido de decomposição da matéria orgânica, associado a eficientes formas de absorção dos nutrientes essenciais, garante a manutenção dos estoques de nutrientes necessários no processo de ciclagem dos minerais.

Há uma relação bastante estreita entre clima, solo e vegetação. Em geral, quanto mais densa a cobertura vegetal, mais protegido o solo está da ação do vento, das variações de temperatura e das chuvas, fatores responsáveis por alterações em sua estrutura. Os organismos que vivem no solo são fonte de matéria orgânica e contribuem na transformação desse material em substâncias húmicas, além de atuarem na decomposição das rochas. As raízes das plantas intensificam a decomposição da parte mineral e contribuem para manter os fragmentos no solo agregados, evitando assim a erosão.

A fauna, seja ela visível ou não a olho nu, atua na translocação do material mineral e na mistura de materiais orgânicos e inorgânicos do solo. As minhocas, por exemplo, contribuem para a aeração do solo, evitando sua compactação, além de produzirem material orgânico semelhante aos húmus de origem vegetal, presente no solo.

6.2 Ciclos biogeoquímicos

Os nutrientes inorgânicos, como o nitrogênio, o fósforo e o cálcio, são essenciais para o crescimento e o metabolismo dos seres vivos. Esses nutrientes são incorporados de diferentes formas e mais tarde retornam ao ambiente, geralmente quando o indivíduo morre e entra em decomposição. Isso também acontece com o carbono, presente na atmosfera como dióxido (CO_2) ou monóxido de carbono (CO).

O dióxido de carbono é a fonte de carbono para as plantas, passando a compor moléculas de carboidratos por meio do processo de fotossíntese. Quando a planta morre, esses carboidratos são decompostos e o dióxido de carbono volta à atmosfera.

Outros nutrientes que servem como exemplo são: o potássio (K^+), responsável principalmente pelo balanço iônico das células; o cálcio (Ca^{2+}), componente da parede das células vegetais e dos ossos nos vertebrados; o fósforo, presente nos ácidos nucleicos e no ATP, molécula de importância vital para os seres vivos, pois libera a energia durante a respiração celular; além do nitrogênio, que ocorre em diversas moléculas, como aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, ácidos nucleicos, clorofilas e coenzimas.

O nitrogênio gasoso (N_2), ao contrário do oxigênio (O_2) e do gás carbônico (CO_2), não é absorvido pelos seres vivos. Em uma cadeia alimentar, os produtores, ou seja, os seres vivos que fazem fotosíntese, absorvem o nitrogênio do ambiente e fixam esse elemento em substâncias como as proteínas e os nucleotídeos. Dessa forma,

colocam o nitrogênio à disposição na cadeia alimentar. Entretanto, para que as plantas consigam assimilar esse nitrogênio, é necessário que ele esteja na forma de NO_3^- (nitrato) ou NH^+ (amônia).

Na natureza, existem bactérias que são capazes de fazer a transformação do nitrogênio gasoso em formas assimiláveis às plantas. Elas são chamadas de *bactérias fixadoras de nitrogênio* e estão presentes no solo, na água e em simbiose com outros organismos.

A simbiose pode ocorrer entre uma bactéria e uma planta ou entre uma bactéria e um fungo. Pesquisas já mostraram que algumas espécies de fungos também são fixadoras de nitrogênio, vivendo em simbiose com plantas.

Alguns exemplos de fixadores de nitrogênio conhecidos são:

- *Rhizobium* – bactérias que vivem em simbiose com plantas leguminosas, formando nódulos em suas raízes.
- *Anabaena* – cianobactéria que vive simbioticamente nos poros das folhas de uma pequena pteridófita aquática flutuante (*Azolla sp.*).
- *Actinomycetos* – grupo de fungos que vivem associados às raízes de plantas como a araucária, o *Ginkgo biloba* e a casuarina.

Como exemplo de bactérias de vida livre, podemos citar *Azotobacter*, *Clostridium* e as cianobactérias *Nostoc* e *Anabaena*.

Cerca de 80% de todo o nitrogênio assimilado pela biota global é reciclado a partir do estrato terrestre e aquático. Apenas 20% vem da fixação do nitrogênio atmosférico. Uma porção muito pequena dos fertilizantes aplicados às terras é reciclada; a maior parte é perdida na retirada da colheita, na lixiviação ou escoamento e na desnitrificação⁶.

6 Processo pelo qual bactérias reduzem o nitrato a gás nitrogênio e óxido de nitrogênio, que retornam para a atmosfera.

6.3 A degradação do solo e a qualidade de vida

A ocupação dos solos pelas cidades, a completa desestruturação deles e seu isolamento provocam o que se chama de *impermeabilização urbana*. Normalmente, a água que cai sobre o solo é drenada para um aquífero, rio ou lago. Nos solos urbanos, o asfalto, as calçadas e as construções atuam como barreiras, não deixando que a água seja drenada para o solo e para a alimentação da bacia hidrográfica. Para permitir que essa drenagem aconteça, são construídas tubulações e galerias pluviais que levam a água até um ponto de escoamento para algum rio.

Entretanto, frequentemente ocorre o acúmulo de lixo e sedimentos nessas tubulações, tendo como resultado uma diminuição da capacidade de drenagem do sistema, provocando as enchentes nos períodos mais chuvosos.

Os deslizamentos de encostas em regiões montanhosas é outro problema urbano decorrente do uso inadequado do solo. Eles podem ocorrer naturalmente e são importantes, porque modelam a paisagem da superfície terrestre. Porém, com a interferência humana, principalmente com a ocupação desordenada de áreas de risco, os deslizamentos causam grandes prejuízos.

Nas grandes cidades brasileiras, os deslizamentos de terra têm sido um problema frequente. Suas principais causas são os cortes de encostas para implementação de moradias (às vezes irregulares) e estradas, a remoção da vegetação nas encostas mais íngremes, atividades de mineração, disposição final inadequada do lixo e dos esgotos domésticos.

Nas áreas rurais, os principais fatores de degradação do solo são a erosão e a contaminação química com adubos e defensivos agrícolas.

A erosão é provocada basicamente pela falta de proteção do solo, combinada à ação de chuvas, ventos e temperatura. Alguns solos são mais frágeis e suscetíveis à erosão do que outros, além de serem mais

rapidamente degradados pela ação do tempo. Quando a cobertura vegetal é retirada, a umidade do solo diminui e consequentemente sua fauna e microfauna também. Com a perda de matéria orgânica, responsável em grande parte pela agregação do solo, este fica menos agregado, facilitando a remoção dos grãos pela ação do vento e da chuva. Menos estável e compactado, o solo perde a porosidade e tem menor taxa de infiltração da água, aumentando o escoamento superficial e diminuindo a resistência ao impacto das gotas de chuva.

6.3.1 Erosão

As matas ciliares, isto é, as florestas que acompanham o curso dos rios, protegem os solos contra o fluxo superficial de sedimentos e evitam que parte do solo erodido seja levado para dentro dos rios. Essa proteção contribui para evitar o assoreamento dos rios, evidenciado pela diminuição da profundidade do rio e consequente aumento de sua largura.

Outra consequência possível da supressão da cobertura vegetal é a desertificação, entendida como a diminuição drástica do potencial biológico da terra pela perda de água, levando a condições ambientais semelhantes a desertos.

No Brasil, até 1970, as observações de desertificação restrinjam-se ao semiárido nordestino. Atualmente, porém, sabe-se que existem outros núcleos de desertificação em vários locais do território brasileiro, como no extremo sudoeste do Rio Grande do Sul.

A desestruturação e o empobrecimento do solo em um ecossistema iniciam-se com a remoção da cobertura vegetal. Os solos sob cultivo intensivo são aqueles que frequentemente mostram um declínio mais notável na quantidade de minerais, principalmente nitrogênio, nutriente que também é perdido quando a camada orgânica superficial do solo é levada pela erosão ou destruída pelo fogo.

6.4 A conservação dos solos e a produção de alimentos

O aumento da produção agrícola de alimentos em diversas regiões do mundo teve como consequência o uso intensivo do solo, levando à perda de fertilidade e à necessidade de utilização de substâncias químicas como adubos e defensivos. De maneira genérica, as substâncias químicas empregadas na agricultura recebem o nome de *agrotóxicos*, palavra que normalmente traz uma conotação negativa em relação às ameaças à saúde do agricultor.

Os agrotóxicos são substâncias químicas – herbicidas, pesticidas, hormônios e adubos químicos – utilizadas em produtos agrícolas e nas pastagens de gado, tendo a finalidade de proteger os cultivos contra a ação de outros seres vivos. Existem cerca de 15 mil formulações para 400 tipos diferentes de agrotóxicos. No Brasil, aproximadamente 8 mil formulações estão licenciadas.

Além da degradação ambiental provocada pela introdução de substâncias totalmente estranhas nas cadeias alimentares, os agrotóxicos provocam diversos problemas de saúde. O mais comum é a intoxicação, que pode ser de três tipos: aguda, subaguda e crônica.

A intoxicação aguda tem sintomas imediatos; a subaguda tem efeitos que aparecem aos poucos, como dor de cabeça e sonolência; e a intoxicação crônica é aquela que tem os efeitos a longo prazo e pode levar à paralisia ou a algum tipo de câncer.

Atualmente, o Brasil consome muitos agrotóxicos (IBGE, 2015, p. 37). Mesmo com a legislação nacional proibindo o uso de muitas substâncias, alguns agricultores continuam as utilizando e conseguem comprar mercadoria contrabandeada. Dessa forma, colocam em risco a própria vida, a de outros (que irão se alimentar desses produtos) e a vida das demais espécies que fazem parte dos diferentes ecossistemas.

Os pesticidas inorgânicos foram muito utilizados no passado, porém, na atualidade, são pouco representativos. São produtos à base de arsênico e flúor e que agem pelo contato, isto é, matando a praga por asfixia. Já os pesticidas orgânicos podem ser de origem vegetal ou sintéticos. Os de origem vegetal apresentam baixa toxicidade e curta permanência no ambiente, sendo utilizados em algumas práticas agroecológicas – é o caso do piretro, extraído do crisântemo, e da rotenona, extraída do timbó.

Já os pesticidas organossintéticos persistem por muitos anos nos ecossistemas, contaminando-os e trazendo uma série de problemas de saúde para os seres humanos.

Os principais grupos de pesticidas organossintéticos, conforme suas respectivas composições químicas, são:

- Organoclorados – não causam morte imediata e permanecem por mais tempo no organismo ou no ambiente, quando comparados aos outros grupos de agrotóxicos. Fazem parte desse grupo o DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, heptacloro, clordano, toxafeno, Mirex e o BHC. Os efeitos dos organoclorados são mais sentidos pelas pessoas expostas continuamente a doses baixas, como os profissionais que produzem ou aplicam os produtos. Os organoclorados atuam no sistema nervoso e têm efeitos cancerígenos. Além disso, podem entrar na cadeia alimentar e intoxcar os seres vivos.
- Organoclorofosforados – são altamente tóxicos e podem causar morte imediata, por agir no sistema nervoso central.
- Organofosforados – são altamente tóxicos, mas se degradam rapidamente e não se acumulam nos tecidos adiposos. Assim como os organoclorofosforados, podem causar morte súbita, atuando no sistema nervoso. O herbicida Paraquat é comercializado no Brasil com o nome de Gramoxone e mata todos os tipos de plantas. A substância causa lesões de rim e se concentra nos pulmões, provocando fibrose irreversível.

- Carbamatos – apresentam toxicidade média e são degradados rapidamente, não se acumulando nos tecidos adiposos. Os carbamatos também atuam inibindo a transmissão dos impulsos nervosos cerebrais. Muitos desses produtos foram proibidos em diversos países, em virtude de seu efeito altamente cancerígeno.

Os agrotóxicos chegaram ao Brasil em meados da década de 1960, junto com as monoculturas da soja, do trigo e do arroz. Era praticamente obrigatório o uso desses produtos para quem pretendesse usufruir do crédito rural.

Atualmente, os agrotóxicos encontram-se disseminados na agricultura convencional como solução a curto prazo para a infestação de pragas e de doenças.

Na Guerra do Vietnã, entre 1955 e 1975, os agrotóxicos foram usados como armas de guerra pelos norte-americanos, que lançaram herbicidas desfolhantes – conhecidos como *agente laranja* – com a finalidade de remover a folhagem das árvores que os soldados vietnamitas usavam para se esconder. Os aviões aspergiam os herbicidas sobre as florestas, dificultando as tocaias armadas pelos vietnamitas. Essa operação militar trouxe consequências ambientais e de saúde graves para as populações que ficaram expostas ao agente laranja.

O herbicida 2,4,5-T (agente laranja) é acompanhado da dioxina, que é o mais ativo composto causador de deformações em recém-nascidos que se conhece (teratogênico), permanecendo no solo e na água por mais de um ano.

Na União Europeia, só é possível comprar agrotóxicos fosforados após a realização de um curso de 60 horas, que habilita o usuário a receber uma carteira de autorização para utilização do agrotóxico.

No início do período de maior utilização dos agrotóxicos na agricultura, a primeira preocupação foi em relação aos casos de

morte, em um curto prazo de tempo, após o contato com a substância química. Depois, essa preocupação passou a ser quanto aos efeitos a longo prazo que esses venenos têm sobre o corpo humano. Atualmente, sabe-se que os diferentes tipos de venenos atuam em todas as partes das células, sendo a ação dependente da função da célula e da natureza química da substância. Em geral, ocorrem alterações nas reações celulares, estimulando ou inibindo reações específicas.

6.5 O uso sustentável do solo

As atividades agrícolas são, por natureza, aquelas que mais provocam alterações nas características do solo e, muitas vezes, a sua degradação. As formas tradicionais de produção, com base em monoculturas mantidas às custas de grande quantidade de insumos, têm impactos variados sobre o solo. Cada vez mais têm sido utilizadas técnicas de menor impacto e que visam a sua conservação.

As técnicas mais usuais no Brasil, com suas respectivas características e vantagens em relação à conservação do solo, são:

- Rotação de culturas – consiste em alternar, anualmente, espécies vegetais em uma mesma área agrícola, de modo a conciliar produção agrícola com conservação do solo. Entre as principais vantagens da rotação de culturas estão uma produção mais diversificada, a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, auxílio no controle de plantas daninhas, doenças e pragas, maior reposição de matéria orgânica, proteção do solo contra a ação dos agentes climáticos e facilitação no sistema de plantio direto, com vantagens para o produtor e principalmente para o ambiente em sua totalidade. A máxima eficiência no sistema de rotação de culturas é obtida quando é feito um planejamento associando espécies que produzem bastante biomassa, têm rápido desenvolvimento e

podem ser cultivadas tanto isoladamente quanto em consórcio com as culturas comerciais.

As espécies vegetais empregadas na rotação de cultura devem ser escolhidas tendo em vista a utilização comercial e a cobertura do solo, com a possibilidade ainda de envolver espécies úteis na “adubação verde”, que será abordada na sequência. Deve ser dada preferência para plantas capazes de fixar nitrogênio, com sistema radicial profundo e abundante, contribuindo assim para promover a ciclagem de nutrientes.

Plantas com sistemas radiciais, formas de crescimento e exigências nutricionais diferentes podem interromper ciclos de pragas e doenças, reduzindo custos e aumentando o rendimento da cultura principal. Algumas opções frequentemente usadas com essa finalidade são o milho, o sorgo, o milheto e o girassol.

Quando o objetivo é a recuperação de solos degradados, são indicadas espécies com grande quantidade de matéria verde e com abundante sistema radicial – o consórcio de espécies comerciais com leguminosas, por exemplo, milho e guandu – ou então a mistura de culturas que promovam a cobertura do solo e culturas com grande produção de biomassa.

- Adubação verde – prática agrícola que incorpora ao solo massa vegetal não decomposta, proveniente de plantas cultivadas com a finalidade de enriquecer o solo com matéria orgânica e elementos minerais. Consiste basicamente no plantio de diversas espécies vegetais intercaladas ou concomitantes às culturas comerciais. Na adubação verde, a agricultura procura imitar o que ocorre nas florestas naturais: diversificar os tipos de vegetação e de micro-organismos sobre o solo, adicionar matéria orgânica e interromper o ciclo de pragas e doenças, entre outros.

Um dos principais benefícios da adubação verde é a economia significativa que o produtor faz com a fixação do nitrogênio do ar atmosférico. A mucuna-preta, por exemplo, uma das espécies usadas na adubação verde, chega a fixar 157 quilos de nitrogênio por hectare, enquanto a crotalária fixa até 155 quilos, o feijão-de-porco até 190 quilos e o guandu até 280 quilos.

A adubação verde propicia ainda uma maior ciclagem de nutrientes, aumento de teores e melhoria na qualidade da matéria orgânica, incremento na atividade biológica do solo e maior agregação dele, melhor infiltração e armazenamento de água, redução da compactação e proteção contra a erosão.

Deve-se ter o cuidado de evitar que as espécies usadas na adubação verde cheguem até a fase de produção de sementes, previnindo assim que elas se transformem em plantas invasoras ou contaminantes biológicos.

- Controle biológico – consiste no uso de um organismo que ataca outro que esteja causando danos econômicos às lavouras. Esse agente pode ser um predador, um parasita ou um patógeno. Muitos países têm investido grandes quantidades de recursos na pesquisa de agentes que atuam no controle biológico das espécies mais frequentemente cultivadas, esperando com isso diminuir a dependência de produtos químicos, cujos direitos de uso são pagos às grandes corporações multinacionais que atuam no setor.

Em Cuba, o desenvolvimento das técnicas de controle biológico iniciou em consequência do embargo aplicado pelos Estados Unidos, que impediu o país de comprar agrotóxicos para o combate das pragas.

No Brasil, o uso do controle biológico não é uma prática muito comum entre os agricultores, embora haja vários avanços nessa área de pesquisa no país. Isso deve-se principalmente aos esforços de órgãos estaduais de pesquisa e extensão rural e da Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que há muitos anos vem pesquisando agentes biológicos de controle de pragas. Um exemplo bem-sucedido é o controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) por meio do *Baculovirus anticarsia*. Essa prática foi lançada em 1983 pelo Centro Nacional de Pesquisa da Soja, unidade da Embrapa localizada na cidade de Londrina, PR. Estima-se que o uso desse agente já proporcionou uma economia ao país e grandes benefícios ambientais decorrentes da não aplicação de mais de 11 milhões de litros de venenos no ambiente. O Quadro 1 mostra alguns exemplos de organismos que são empregados como agentes de controle biológico no Brasil.

Quadro 1 – Micro-organismos utilizados no controle biológico de pragas

Agente biológico	Nome	O que ele ataca	Como se aplica
Fungo	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Cigarrinha da folha da cana-de-açúcar	É pulverizado e, em contato com o corpo do inseto, causa a doença.
		Broca dos citrus	É polvilhado nos buracos da planta, contaminando a praga.
Fungo	<i>Beauveria bassiana</i>	Besouro moleque-da-bananeira	É aplicado na forma de pasta em pedaços de bananeira que são colocados ao redor das árvores, servindo de isca.
Fungo	<i>Insectonrum sporothrix</i>	Percevejo mosca-de-renda	É pulverizado e, em contato com o corpo do inseto, causa doença.
Vírus	<i>Baculovirus anticarsia</i>	Lagarta da soja	Pulverizado sobre a planta, adoece a lagarta que se alimenta das folhas.
Vírus	<i>Baculovirus spodoptera</i>	Lagarta do cartucho de milho.	Pulverizado sobre a planta, adoece a lagarta que se alimenta da espiga em formação.
Vírus	Granulose	Mandorlová da mandioca	Pulverizado sobre a mandioca, é nocivo à praga.

(Continua)

Agente biológico	Nome	O que ele ataca	Como se aplica
Nematoide	<i>Deladenus siricidicola</i>	Vespa-da-madeira	Em forma de gelatina, é injetado no tronco da árvore, esterilizando a vespa.
Bactéria	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Lagartas desfolhadoras	Pulverizado sobre a planta, é nocivo às lagartas.

Fonte: CONTROLE..., 2018.

- Sistemas agroflorestais (SAFs) – os sistemas agroflorestais podem também ser chamados de *sistemas agrossilviculturais*. Trata-se de uma prática de manejo em que as culturas comerciais são plantadas entre corredores de árvores e arbustos, podendo ainda ser associada à criação de animais junto à plantação de árvores. Entre as várias vantagens dos SAFs estão a recuperação da fertilidade do solo, maior controle das condições microclimáticas da área, aumento da diversidade de culturas e o controle de ervas daninhas. As espécies cultivadas nos SAFs podem servir para diferentes fins, como produção de madeira, frutos e sementes, forragem e lenha, ou ainda funcionar como quebra-vento e cercas-vivas, no caso das árvores e dos arbustos. Esse sistema pode atender a diferentes escalas de produção, desde a atividade de subsistência até a comercial.
- Agricultura orgânica – sob essa denominação são incluídas várias práticas agrícolas de menor impacto sobre o ambiente, entre as quais a conservação do solo é um direcionador. Os métodos agroecológicos buscam aplicar o princípio da prevenção, fortalecendo o solo e as plantas pela promoção do equilíbrio em todo o ambiente de produção. Algumas práticas comuns na agroecologia são o controle agroecológico de insetos, fungos, ácaros, bactérias e viroses, o plantio em épocas corretas e com variedades adaptadas ao clima e ao solo da região, o uso da adubação orgânica e da rotação de culturas, a

utilização de cobertura morta e o plantio direto, o plantio de variedades e espécies resistentes às pragas e doenças, a consorciação de culturas e o manejo seletivo das espécies invasoras, a prevenção contra a erosão do solo, o uso de plantas que funcionem como quebra-ventos e faixas protetoras, a nutrição equilibrada das plantas e a conservação dos remanescentes de vegetação nativa existentes na região.

Ampliando seus conhecimentos

Organoclorados: um problema de saúde pública

(FLORES et al., 2004)

A história é marcada por uma quantidade inacreditável de prejuízos causados por pragas agrícolas.

[...]

Para combater essas pragas agrícolas, como também as que surgiram na pecuária, e encontrar um novo equilíbrio ecológico, foi introduzido o uso de certos produtos químicos, cujos número e eficácia não pararam de aumentar (SENENT, 1979).

Esses produtos, conhecidos como *pesticidas*, substâncias usadas em agropecuária e em saúde pública, abrangem os inseticidas, os herbicidas e os fungicidas (TORRES, 1998). Existem vários produtos químicos que são utilizados no controle de pragas. Mais de 300 princípios ativos distribuídos em mais de 2.000 formulações são empregados nas mais variadas culturas, finalidades e modalidades de uso (LARA & BATISTA, 1992). No entanto, a desmedida aplicação de pesticidas tem originado consequências negativas, como o desaparecimento de algumas espécies de insetos úteis e, consequentemente, aparição de novas pragas. Além disso, muitas espécies de insetos tornaram-se resistentes a certos inseticidas, o que levou à busca de novos produtos de maior seletividade (SENENT, 1979).

Dos compostos usados em grande escala, encontram-se, inicialmente, os organoclorados, depois os organofosforados, carbamatos, piretroides e toda uma série de derivados de triazinas, dentre outros (LARA & BATISTA, 1992).

Embora o controle químico de pragas tenha reduzido o índice de doenças para homens e animais e incrementado a produção agrícola, agentes químicos podem permanecer ativos no meio ambiente por longos períodos, afetando os ecossistemas. Os efeitos desses agentes ao longo do tempo representam um grande risco para a saúde pública, sendo necessários o monitoramento e a vigilância desses produtos em águas, solos, alimentos e ar (JAVARONI et al., 1991).

Os pesticidas atingem o solo não só pela incorporação direta na superfície, como também através do tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas, no controle de fungos patogênicos no solo, ou pela eliminação de ervas daninhas por herbicidas. Esses compostos podem, ainda, atingir o solo de forma indireta, pela pulverização das partes verdes dos vegetais e pela queda de frutos ou folhas que receberam aplicação de agrotóxicos (MUSUMECI, 1992). Uma vez no solo, podem ser transportados em grandes quantidades, pelas águas das chuvas, que levam a cobertura vegetal e parte do solo, atingindo, principalmente, águas superficiais como rios e lagos. Os pesticidas podem também se infiltrar no solo, atingindo as águas subterrâneas e ser encontrados em poços utilizados para abastecimento de água para uso doméstico ou para desidratação de animais. A importância relativa dessas duas formas de transporte depende, em grande parte, do tipo de solo e do relevo da região (RIGITANO & BARBOSA, 1994; MOREIRA & CRUZ, 1996).

Hoje, existem evidências de que consideráveis quantidades de pesticidas atingem o mar. Segundo a Academia de Ciências dos Estados Unidos, cerca de 25% da produção mundial de organoclorados chega a este ecossistema. Sabe-se que a principal rota de entrada dos organoclorados no oceano, DDT (diclorodifeniltricloroetano) e Aldrin, é a atmosfera. Estimativas têm indicado que a poeira transportada pelos ventos apresenta até 150 mgDDT g⁻¹, enquanto as demais fontes possíveis de

contaminação do oceano, no total, contribuem com apenas 1 mgDDT g⁻¹. Existem, porém, evidências de que quantidades maiores estejam entrando na cadeia alimentar dos oceanos (TOPOS, 1999).

Estudos têm evidenciado que os pesticidas podem permanecer no ambiente durante longo tempo, causando grandes mudanças ecológicas e efeito ambiental negativo (SOLOMONS, 1989; ANDRÉA, 2004). Exemplo disso são os organoclorados, em sua maioria persistentes e de ampla aplicação (DORIGATTI, 1987). Esta revisão destaca os impactos causados no ambiente por esta classe de pesticidas, como também a busca de soluções para minimizar estes impactos.

FLORES, A. V. et al. Organoclorados: um problema de saúde pública. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, n. 2, jul./dez., p. 111-112, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24690.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

Atividades

1. Relacione as vantagens e desvantagens da agricultura convencional, que utiliza adubos e defensivos químicos (agrotóxicos). Compare-a com a agricultura orgânica e suas principais técnicas.
2. Cite as principais formas de uso sustentável do solo, comentando as vantagens de cada técnica.

Efeito estufa

A Terra é circundada por uma camada gasosa espessa denominada *atmosfera*. Ela é formada por vários estratos que contribuem para a conservação da temperatura do planeta e a filtração dos raios solares. Uma série de fenômenos importantes se processa na atmosfera, como os deslocamentos de massas de ar e os ventos, as precipitações meteorológicas e as mudanças do clima.

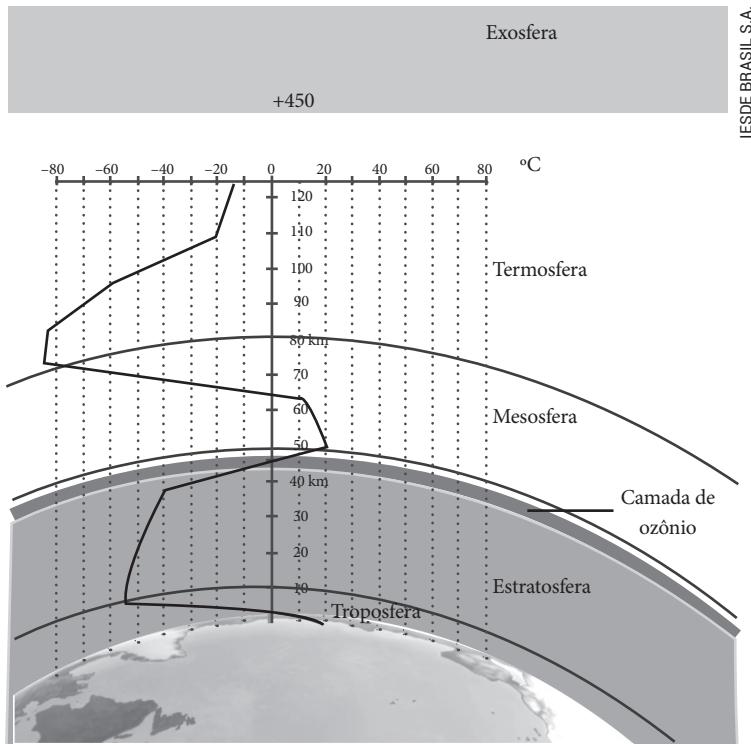
A atmosfera é composta de diferentes camadas (conforme ilustra a Figura 1). São elas:

- Troposfera – camada que está em contato direto com a superfície terrestre. Situa-se de zero até 17 quilômetros de altura na região entre os trópicos e até cerca de 7 quilômetros nos polos. Essa é a camada na qual acontecem os fenômenos climáticos e os seres vivos conseguem respirar normalmente. O ar nessa camada é composto 78% de gás nitrogênio (N_2), 21% de gás oxigênio (O_2), 0,93% de argônio (Ar), 0,03% de gás carbônico (CO_2) e 0,04% de outros gases¹. Além disso, pode-se encontrar cinzas, micro-organismos, poeira e vapor-d'água.
- Estratosfera – é a camada que vai do término da troposfera até cerca de 50 quilômetros de altura. Entre 20 e 35 quilômetros de altitude situa-se a camada de ozônio.
- Mesosfera – vai da estratosfera até 80 quilômetros da superfície terrestre. Apresenta poeira de meteoritos e pouca quantidade de gases (os mesmos que compõem a troposfera).

¹ Os outros gases que compõem a atmosfera são: hélio (He), ozônio (O_3), hidrogênio (H), criptônio (Kr), metano (CH_4), xenônio (Xe) e radônio (Rn).

- Termosfera – vai da mesosfera até quase 500 quilômetros da superfície terrestre. Nessa camada, os meteoritos são destruídos quando entram na atmosfera.
- Exosfera – camada mais externa, alcança a distância de 900 quilômetros da Terra. Nela, átomos e moléculas de gases são “perdidos” para o espaço.

Figura 1 – Camadas da atmosfera



Fonte: CAMADAS..., 2000. Adaptada.

A atmosfera da Terra funciona como uma estufa². Quando a radiação solar a atinge, as camadas mais externas refletem cerca de

2 Estufa é um compartimento fechado, no qual se controla a temperatura e a umidade para o cultivo de espécies vegetais. Geralmente, é uma construção envidraçada ou com revestimento transparente, pois assim deixa passar a luz solar, mas não permite que o calor e a umidade saiam.

40% dessa radiação e as camadas inferiores absorvem cerca de 17%, impedindo que ela atinja a superfície terrestre. A camada de ozônio é a responsável pela absorção dos raios ultravioleta.

Quanto aos outros 43% de radiação solar que chegam até a superfície terrestre, 10% são refletidos. Isso porque ela se aquece e irradia energia em forma de raios infravermelhos para a atmosfera. O gás carbônico e o vapor-d'água existentes no ar atmosférico absorvem parte dessa radiação infravermelha, aquecendo o ambiente, e o restante da radiação é dissipada para o espaço. Pode-se dizer que, por meio desse efeito estufa natural, a atmosfera mantém sua temperatura cerca de 33 °C mais quente do que seria se não houvesse a retenção do calor pelas moléculas de gás carbônico e água.

O aquecimento do ar, da terra e da água proporciona os movimentos do ar na atmosfera e da água nos oceanos. Os deslocamentos do ar³ são determinantes na distribuição do calor e da umidade na atmosfera, pois ativam a evaporação e dispersam as massas de ar quente ou frio conforme a região.

A forma de deslocamento da água mais conhecida são as correntes marinhas, as quais se devem, ao menos em parte, às diferenças de temperatura entre as regiões da Terra. Da mesma maneira que ocorre com os deslocamentos de ar, as correntes também podem descrever trajetórias horizontais e verticais e contribuem para a definição dos vários tipos climáticos do planeta.

O aquecimento dos oceanos, associado à capacidade de retenção de calor pela água (maior que o do continente), é responsável pela formação das brisas costeiras – tão comuns e facilmente percebidas na costa brasileira. Toda essa dinâmica explica os diferentes tipos climáticos e, consequentemente, de solo e vegetação existentes no globo terrestre.

3 Os deslocamentos do ar na horizontal são chamados de ventos, e os deslocamentos na vertical, de correntes de ar. Esses deslocamentos, somados aos movimentos de massas de ar, determinam as condições climáticas do planeta.

O problema é que o aumento na quantidade de determinados gases na atmosfera está fazendo com que a temperatura na troposfera aumente. Gases como o gás carbônico, metano e óxido nitroso são responsáveis pela retenção de parte da radiação solar refletida pela superfície terrestre.

Podemos comparar com o exemplo de uma estufa: se não houver um escape, que pode ser um basculante para o ar se deslocar, a energia térmica ficará presa dentro da estufa, aumentando a temperatura do ambiente.

7.1 Causas do efeito estufa

A temperatura da Terra é continuamente monitorada em várias estações meteorológicas desde 1860. Os maiores aumentos de temperatura aconteceram entre 1910-1945 e entre 1976-2000.

Além dessas medições, existem outras evidências do aquecimento da Terra, como a diminuição da cobertura de neve nas montanhas e regiões geladas do planeta, o aumento do nível dos mares e outros eventos extremos de mau tempo.

Os principais gases que agravam o efeito estufa são aqueles capazes de absorver a radiação infravermelha, mantendo-a na atmosfera e, consequentemente, impedindo que o calor seja difundido para o espaço. Os chamados *gases do efeito estufa* são o ozônio (O_3), o dióxido de carbono ou gás carbônico (CO_2), o monóxido de carbono (CO), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e os clorofluorcarbonos (CFC). Cada um deles tem características específicas, como demonstra a tabela a seguir.

Tabela 1 – Características dos gases do efeito estufa

	Dióxido de carbono (CO₂)	Monóxido de carbono (CO)	Ozônio (O₃)	Clorofluor-carbonos (CFCs)	Óxido nitroso (N₂O)	Metano (CH₄)
Principais fontes	Queima de combustíveis fósseis, queima de biomassa.	Queima de combustíveis fósseis, queima de biomassa.	Queima de hidrocarbonetos com óxidos de nitrogênio, queima de biomassa.	Refrigeradores, aerossóis, processos industriais.	Fertilizantes, conversão do uso da terra.	Cultivo de arroz inundado, pecuária, queima de combustíveis fósseis, queima de biomassa e decomposição de matéria orgânica.
Tempo de vida na atmosfera	50-200 anos	Meses	Semanas e meses	60-100 anos	150 anos	10 anos
Taxa anual de aumento	0,5%	0,7-1,0%	0,5-2,0%	4%	0,3%	0,9%
Contribuição relativa ao efeito estufa	60%		8%	12%	5%	15%

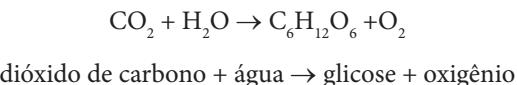
Fonte: Elaborado com base em KRUPA, 1997.

Cerca de 61% da emissão de óxido nitroso (N₂O) para a atmosfera acontece em razão da desnitrificação, processo pelo qual formas assimiláveis de nitrogênio (nitrato e amônia) são reduzidas por bactérias a formas gasosas, sendo uma delas o óxido nitroso. O aumento da utilização de fertilizantes pela agricultura é um dos principais causadores do aumento de óxido nitroso na atmosfera.

O metano (CH_4) tem várias fontes emissoras, sendo as principais a fermentação entérica dos animais criados na pecuária (22%) e o cultivo de arroz inundado (16%). Locais de disposição de resíduos sólidos a céu aberto, tais como lixões e aterros, representam 10% da emissão de gás metano na atmosfera.

De todos os gases que colaboram para o efeito estufa, o CO_2 é o que mais preocupa, pois desde a Revolução Industrial sua emissão tem aumentado.

As plantas absorvem o dióxido de carbono da atmosfera, que é processado e transformado em glicose, por meio da fotossíntese:



A glicose é utilizada na produção de várias outras moléculas, incluindo amido, celulose e lignina. A primeira dessas é um carboidrato de reserva e as outras duas são substâncias estruturais da parede celular vegetal. Os principais organismos fotossintetizantes são aqueles que têm clorofila em suas respectivas estruturas celulares, tais como as plantas terrestres, as algas pluricelulares, além dos componentes do fitoplâncton⁴.

Os átomos de carbono ficam disponíveis para os demais níveis tróficos da cadeia alimentar. Ao serem ingeridos, os compostos orgânicos são degradados até formar novamente dióxido de carbono e água.

4 Comunidade vegetal microscópica que flutua livremente nas diversas camadas de água. Sua distribuição vertical é restrita à zona eufótica (com luz), na qual, graças à presença de energia luminosa, realiza o processo fotossintético.

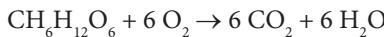
A decomposição é o processo por meio do qual o carbono retido nos diferentes níveis tróficos retorna ao ambiente na sua forma gássica (CO_2). Atuam como decompõsores da matéria orgânica principalmente os fungos e as bactérias.

Historicamente, ao longo dos períodos geológicos, a concentração de dióxido de carbono da atmosfera variou bastante. Porém, nos últimos 10 mil anos – pelo menos até a Revolução Industrial –, permaneceu constante, resultado do equilíbrio entre a fotossíntese, a respiração e a decomposição. Após a Revolução Industrial, que ocorreu no século XVIII, os níveis de dióxido de carbono passaram de 280 partes por milhão para 400 partes por milhão em 2013.

Além da queima de combustíveis fósseis, a realizada com restos de cultivos e de grandes áreas com vegetação nativa contribuem muito para a emissão desse gás. A queima de vegetação, além de liberar dióxido de carbono para a atmosfera, destrói esse importante meio de absorção do carbono atmosférico.

A combustão é um processo que libera energia. Uma molécula requer energia quando é sintetizada. No caso da fotossíntese, a energia utilizada para a produção de moléculas é a luminosa. Quando a molécula é quebrada, a energia guardada nas ligações químicas é liberada. O processo de combustão, ou seja, queima, acontece no nosso corpo também e é chamado de *respiração celular*. Dentro das células, substâncias são queimadas para produzir energia para a manutenção da vida. Nesse processo, moléculas de glicose são desmontadas e, com o consumo de oxigênio, resultam em dióxido de carbono e água.

Veja o esquema da reação a seguir:



glicose + oxigênio → dióxido de carbono + água

Para que haja a combustão, é necessária a presença do combustível, nesse caso, o oxigênio. A celulose e a lignina, principais constituintes das células vegetais, são carboidratos, isto é, substâncias à base de carbono. Por isso, quando esses seres vivos são queimados, há uma grande liberação de dióxido de carbono para a atmosfera.

A combustão em um motor de automóvel libera a energia contida nos combustíveis para que o motor funcione. Combustíveis provenientes do petróleo, como a gasolina e o diesel, também são ricos em carbono. Observe a reação de combustão da gasolina (C_8H_{18}):



O monóxido de carbono (CO) origina-se quando não há oxigênio suficiente para a queima do combustível. Desse modo, em vez de produzir CO_2 , a combustão resulta em CO. A fuligem (C – carbono puro) que sai do escapamento é proveniente da queima de combustível na ausência de oxigênio, quando o motor está desregulado.

O CO é prejudicial à saúde dos seres humanos, pois tem grande afinidade com a hemoglobina, dificultando o transporte de gases no sangue. Uma vez ligado a uma molécula de hemoglobina, esta fica incapaz de transportar o oxigênio.

Além desses gases, a queima de combustíveis fósseis libera óxidos de nitrogênio (N_xO_y) e de enxofre (SO_x). Esses gases poluentes, quando em contato com a água da chuva, reagem e formam o ácido nítrico (HNO_3) e o ácido sulfúrico (H_2SO_4), respectivamente, originando a chuva ácida. Essa chuva altera a composição química do solo e da água, destrói a vegetação e corrói esculturas, monumentos e edificações.

7.2 Consequências

Desde a Revolução Industrial, a temperatura média da Terra cresceu. O aumento da temperatura modifica o padrão de movimentação do ar na Terra e, consequentemente, muda o regime de chuvas e de circulação dos oceanos. A mudança climática pode diminuir a disponibilidade de água doce, a produção e a distribuição de alimentos, além de contribuir para a propagação sazonal de doenças infecciosas transmitidas por vetores, como a malária, a dengue e a esquistossomose.

Outra consequência do aumento de temperatura é o degelo das calotas polares e das neves das montanhas. O derretimento do gelo dos polos, em grande escala, pode ocasionar um aumento do nível dos oceanos, além de alterar a salinidade da água. Esses acontecimentos podem mudar o padrão de correntes marítimas e, consequentemente, a vida marinha. O derretimento da neve das montanhas pode provocar aumento do fluxo de água dos rios e, consequentemente, enchentes por falta de drenagem dessa quantidade de água.

7.3 Medidas mitigadoras

Para diminuir as consequências causadas pelo efeito estufa, algumas medidas estão sendo tomadas. A seguir, veremos um pouco mais sobre elas.

7.3.1 Protocolo de Kyoto

Em 1997, na 3^a Conferência das Partes no Japão, os países industrializados comprometeram-se a reduzir as emissões de gases do efeito estufa em pelo menos 5% em relação aos índices registrados em 1990. Esse compromisso foi chamado de *Protocolo de Kyoto*.

Cada país teve uma meta específica a ser alcançada. Os Estados Unidos não aderiram ao Protocolo, mesmo sendo responsáveis por 25% da emissão total dos gases do efeito estufa.

Três instrumentos de cooperação, também conhecidos como *mecanismos flexíveis*, foram adotados para atingir os objetivos da redução: o comércio de emissões, a implementação conjunta⁵ (IC) e o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)⁶.

Para incentivar a IC, os países industrializados comprometidos com a redução de emissão dos gases do efeito estufa recebem créditos por financiar projetos que diminuam ou revertam a emissão desses gases.

No MDL, países industrializados podem investir em projetos que diminuam ou revertam a emissão de gás carbônico na atmosfera. Com isso, esses países recebem créditos de carbono, ou seja, podem descontar esses créditos na quantidade de CO₂ emitida em seu território e atingir a meta estabelecida pelo Protocolo. Os projetos também podem ser desenvolvidos em outros países que não participem do Protocolo de Kyoto. Alguns países em desenvolvimento, como o Brasil, a China e a Índia, estão entre os maiores emissores atuais de CO₂.

Entre os projetos para redução ou reversão da emissão de gás carbônico na atmosfera, pode-se citar:

- Substituição dos ônibus de transporte coletivo urbano movidos a diesel por ônibus elétricos.
- Transformação dos lixões em aterros sanitários, com tratamento do biogás (metano).
- Sequestro de carbono, ou seja, usar plantio de árvores para captar e assimilar o CO₂ atmosférico.

5 Em inglês, o IC é conhecido como *Joint Implementation (JI)*.

6 Em inglês, o MDL é conhecido como *Clean Development Mechanism (CDM)*.

- Utilização de outras fontes energéticas, como a solar ou a eólica.

O Protocolo de Kyoto expirou em 2005, sendo substituído pelo Acordo de Paris⁷, assinado em 22 de abril de 2016, que determina medidas para a redução da emissão de dióxido de carbono a partir de 2020.

7.3.2 Diminuição da geração de gases

As emissões globais dos gases do efeito estufa, especialmente do CO₂, continuam aumentando (WORLD BANK, 2018). Isso mostra a inadequação das políticas e medidas nacionais e internacionais para tratar a questão da mudança do clima.

Diversos estudos visam a descobrir novas fontes de energia para substituir o petróleo. A queima do metano, por exemplo, apesar de também liberar CO₂, é considerada uma energia mais limpa, pois não produz o óxido de nitrogênio.

No Brasil, o tratamento de gases em aterros sanitários é praticamente todo feito por meio da queima do metano (CH₄) e liberação do dióxido de carbono (CO₂). Na atualidade, essa técnica é a melhor alternativa, pois o metano retém mais calor na atmosfera do que o gás carbônico. Além disso, nos lixões existentes no país ocorre a liberação de todos os gases gerados para a atmosfera, contaminando o ambiente e prejudicando a qualidade de vida da população.

A geração de energia por meio da utilização do biogás está inserida no MDL, podendo fazer parte da venda de créditos de carbono e, consequentemente, da arrecadação de verbas para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. O objetivo governamental é erradicar os lixões abertos, além de promover a inclusão social dos catadores e soluções sustentáveis para o problema do lixo no Brasil.

7 Para saber mais, veja a seção "Ampliando seus conhecimentos".

7.3.3 Sequestro de carbono

As florestas em crescimento absorvem mais dióxido de carbono do que aquelas maduras ou em declínio. Isso se explica devido à taxa de fixação do carbono por meio do processo da fotossíntese, que é maior quando uma planta está crescendo.

Quando uma floresta está madura, a taxa de fotossíntese é compensada pela taxa de respiração das plantas. Desse modo, a quantidade de dióxido de carbono fixado durante a fotossíntese retorna à atmosfera por meio da respiração da planta. Entretanto, esse fato não pode ser usado como desculpa para o desmatamento, pois a retirada da cobertura vegetal também interfere no efeito estufa.

Os projetos de sequestro de carbono têm o objetivo de recuperar áreas degradadas mediante plantio de árvores que assimilarão o carbono atmosférico. Isso também se aplica à preservação de áreas florestais em risco.

Entre as práticas agrícolas que restauram a capacidade dos solos, como reservatório de carbono, podem ser citadas: reflorestamento, culturas perenes (culturas extrativistas, como seringueira, cacau, castanhas e fruticultura), uso adequado de fertilizantes químicos e adubos orgânicos, pastagens bem manejadas, agrofloresta e práticas de conservação do solo. A substituição das matrizes energéticas por fontes de energia limpa também é um importante passo nessa jornada.

Ampliando seus conhecimentos

O que muda com o Acordo de Paris sobre a ação climática

(ONU, 2018b)

O acordo estabelece um caminho para limitar a subida da temperatura global a menos de 2 °C, idealmente não mais do que 1,5 °C. O acordo oferece um mecanismo para aumentar esse nível de ambição.

O acordo [...] abrange as emissões de gases de todos os países e foi concebido para um processo de longo prazo. Esse documento solidifica a cooperação internacional em relação às alterações climáticas [e] [...] também envia uma mensagem poderosa aos mercados de que [este é momento] [...] de investir em uma economia de baixo carbono. [O documento] contém um quadro de orientações que permite aumentar a transparência, a confiança mútua e a previsibilidade sobre esses investimentos.

Assim, será de uma ferramenta importante para mobilizar apoio tecnológico, financeiro e de capacitação institucional para os países em desenvolvimento. Irá ainda ajudar a maximizar os esforços globais para minimizar perdas e danos derivados das alterações climáticas.

[...]

Os países ficam obrigados a quê?

O acordo requer que todos os países tomem medidas enquanto reconhecem as suas circunstâncias específicas. Sob o acordo, os países são responsáveis por agirem aos níveis da mitigação e da adaptação.

Os países submeteram as suas próprias Contribuições Internacionais Nacionalmente Determinadas e têm a obrigação de implementar estes planos. Tal ação resultará na diminuição da curva projetada do aumento da temperatura global.

O acordo não só formaliza o processo de desenvolvimento dos planos nacionais, mas estabelece também um mecanismo obrigatório para avaliar o progresso desses planos. Isso irá obrigar os países a atualizar constantemente os seus compromissos e a garantir que não haja recuos.

O acordo demonstra a determinação dos governos para implementar a Agenda 2030 do Desenvolvimento Sustentável.

O que acontece quando um país não respeitar os compromissos? Existem penalizações?

Os países têm todas as razões para cumprir os termos do acordo. É do interesse deles implementá-lo, não apenas para alcançar os benefícios de levar a cabo medidas de ação climática, mas para demonstrar solidariedade global.

Não há nenhum benefício em desrespeitar o acordo. Qualquer ganho a curto prazo será ofuscado por reações negativas, por parte de outros países, mercados financeiros, e mais importante de tudo, pelos cidadãos.

O acordo só entra em vigor em 2020. O que é que acontece até lá?

A implementação começa neste momento. De forma a implementar os planos climáticos para o período pós-2020, os países têm de mobilizar recursos [...] e fazer investimentos para uma economia de baixo carbono.

[...]

De que forma é que as alterações climáticas estão ligadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável?

Um acordo forte sobre o clima [...] vai ajudar-nos a alcançar os *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*, que visam acabar com a pobreza, construir economias mais fortes e sociedades mais seguras e saudáveis em todo o mundo. Dos 17 Objetivos, 12 envolvem diretamente medidas de ação em prol do clima, além de haver um objetivo específico para alterações climáticas.

A Agenda de Ação Lima-Paris, que produziu centenas de novos compromissos e iniciativas, demonstrou que as ações necessárias para combater as alterações climáticas são as mesmas da Agenda de Desenvolvimento Sustentável.

[...]

O acordo cobre os danos e perdas climáticas de forma satisfatória?

As partes acordaram um processo para determinar as abordagens e acordos necessários para responder da melhor forma possível às necessidades dos países e comunidades que contribuem menos com emissões, mas que sofrem o maior impacto das alterações climáticas.

ONU – Organização das Nações Unidas. *O que muda com o Acordo de Paris sobre a ação climática*. Disponível em: <<https://www.unric.org/pt/actualidade/32116-o-que-muda-com-o-acordo-de-paris-sobre-acao-climatica>>. Acesso em: 5 mar. 2018b.

Atividades

1. Indique os principais gases que contribuem para o efeito estufa e descreva algumas de suas fontes de produção na atualidade.
2. Faça uma relação das atitudes que cidadãos comuns podem tomar para evitar a emissão de gases do efeito estufa.
3. Da relação elaborada na questão 2, selecione as melhores ideias que podem ser usadas em um programa de educação ambiental.

A camada de ozônio

A atmosfera é responsável pela vida na Terra, pois impede que o calor recebido do Sol seja totalmente dissipado para o espaço. Os gases que constituem a atmosfera são provenientes de várias reações químicas, entre elas as que ocorrem no metabolismo dos seres vivos. O gás carbônico, por exemplo, produzido pela respiração dos seres vivos, absorve a radiação infravermelha, aquecendo a troposfera. O ozônio é outro gás também responsável pela vida, pois filtra a radiação solar nociva, a chamada *radiação ultravioleta*.

O ozônio está presente na troposfera em uma quantidade bem pequena. No entanto, é na estratosfera que ele aparece em maior quantidade, formando uma camada que, se fosse trazida até a superfície da crosta terrestre, teria uma espessura de aproximadamente 3,5 mm. Porém, por se localizar em camadas de baixa pressão, pode ter cerca de 15 quilômetros de espessura (entre 20 e 35 km de altura na Linha do Equador e 14 e 30 km nos polos).

Na estratosfera, o ozônio começou a acumular-se há cerca de 400 milhões de anos, permitindo o desenvolvimento da vida no planeta até as formas que conhecemos na atualidade. A radiação ultravioleta provoca mudanças na constituição genética dos seres vivos, por isso se diz que a vida é frágil diante desse tipo de radiação.

8.1 Radiação solar

De todo o espectro solar, os seres humanos são capazes de enxergar apenas a parte conhecida como *luz branca* ou *luz visível* (AUMONT, 2002, p. 25). Essa luz corresponde à faixa compreendida entre o vermelho e o violeta, passando por todas as cores do arco-íris.

A parte do espectro que é barrada na camada de ozônio é aquela compreendida entre 400 e 100 nanômetros, chamada de *radiação ultravioleta* e separada em três tipos:

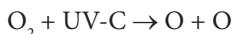
1. Radiação ultravioleta A (UV-A)– corresponde à faixa do espectro solar que varia do comprimento de onda de 400 até 320 nanômetros. Não é barrada na atmosfera e, apesar de menos nociva, pode causar danos aos seres humanos, como o eritema solar (vermelhidão na pele). Além disso, potencializa a ação da radiação ultravioleta B.
2. Radiação ultravioleta B (UV-B) – corresponde à faixa do espectro solar que varia do comprimento de onda de 320 até 280 nanômetros. Nos seres humanos, sabe-se que a radiação ultravioleta B provoca envelhecimento precoce, eritema solar, queimaduras, imunossupressão¹ e câncer de pele.
3. Radiação ultravioleta C (UV-C)– corresponde à faixa do espectro solar que varia do comprimento de onda de 280 até 100 nanômetros. Essa radiação não atinge a superfície terrestre e não se sabe quais são suas ações sobre organismos vivos.

8.2 O ozônio e sua função escudo de radiação ultravioleta

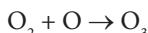
O ozônio é uma molécula formada por três átomos de oxigênio, permanece em estado gasoso na atmosfera e tem estrutura bastante instável e reativa diante de outras substâncias. Na estratosfera, existem condições adequadas para a formação do ozônio: a forte incidência de raios ultravioleta e a presença de muitas moléculas de oxigênio.

1 Estado no qual o sistema imunológico é suprimido, deixando o indivíduo mais suscetível à ação dos agentes patogênicos.

Nessa camada, os raios ultravioleta C (UV-C) incidem sobre as moléculas de oxigênio (O_2) e separam seus átomos, conforme a seguinte reação:



Após essa separação, os átomos de oxigênio juntam-se rapidamente a outras moléculas de O_2 , formando o ozônio. Veja a reação:



Com a incidência principalmente da radiação ultravioleta B (UV-B), o ozônio, que é bastante instável, desfaz-se em uma molécula de oxigênio (O_2) e um átomo de oxigênio (O).

Essas reações estão sempre acontecendo na estratosfera, por isso a camada de ozônio é capaz de barrar totalmente a radiação ultravioleta C e parcialmente a ultravioleta B.

8.3 A destruição da camada de ozônio

Desde a década de 1970, a camada de ozônio é monitorada na Antártida. Em 1982, registrou-se uma diminuição da quantidade de ozônio sobre aquele continente, o que continuou ocorrendo nos anos seguintes. Detectaram-se outras “falhas” na camada de ozônio, que foram chamadas de *miniburacos*, todas próximas da região polar Sul. Além disso, medições de satélite mostraram que a quantidade geral de ozônio havia diminuído, principalmente no Hemisfério Sul, sobre a Oceania e a América.

Em 1991, a Nasa anunciou a maior baixa da concentração de ozônio que já havia sido registrada na Antártida (NASA, 1991). Logo no ano seguinte, foi a vez do Ártico, que perdeu parte de seu ozônio, e em 1996 esse buraco no Polo Norte já havia crescido substancialmente.

Desde esse período, a quantidade de ozônio diminuiu, aumentando, em contrapartida, os casos de câncer de pele nos países mais próximos ao buraco da Antártida (como Chile e Argentina) e do Ártico (como Canadá, EUA e os países da Europa).

8.4 A causa da destruição

Alguns gases são considerados responsáveis pela destruição da camada de ozônio, como o clorofluorcarbono (CFC), usado nos aerossóis e como gás refrigerante em aparelhos de ar-condicionado e refrigeradores; os óxidos de nitrogênio, provenientes da desnitrificação do solo; e o metilbrometo, usado como pesticida e conservante de produtos.

Quando esses gases chegam até a estratosfera, as moléculas são quebradas pela radiação ultravioleta, liberando os átomos que as compõem. Um átomo de cloro, por exemplo, consegue destruir cerca de 100 mil moléculas de ozônio.

Se há a presença de átomos que reagem facilmente com o oxigênio, então a velocidade de produção é mais baixa que a de destruição do ozônio, pois, quando o O₂ tem seus átomos separados pela radiação ultravioleta, eles reagem com outras substâncias e não formam o ozônio como acontece normalmente.

A molécula de CFC é um caso à parte. Ela é bastante estável, permanecendo na atmosfera entre 60 e 100 anos. Por isso, na metade do século XXI, mesmo que o uso de CFC seja banido, aquilo que foi lançado no século XX ainda vai atuar sobre a camada de ozônio.

Em 1987, o Programa das Nações Unidas para Proteção do Meio Ambiente conseguiu a adesão de 31 países ao Protocolo de Montreal, o qual determinou que a produção mundial de CFC deveria cair pela metade até o ano 2000. Mais 50 países aderiram, inclusive o Brasil. Os países decidiram que, na verdade, até a data estipulada a produção de CFC deveria ser totalmente interrompida. Alemanha, Dinamarca e Holanda encerraram a produção desse gás em 1994, os EUA em 1996 e o Brasil em 1999.

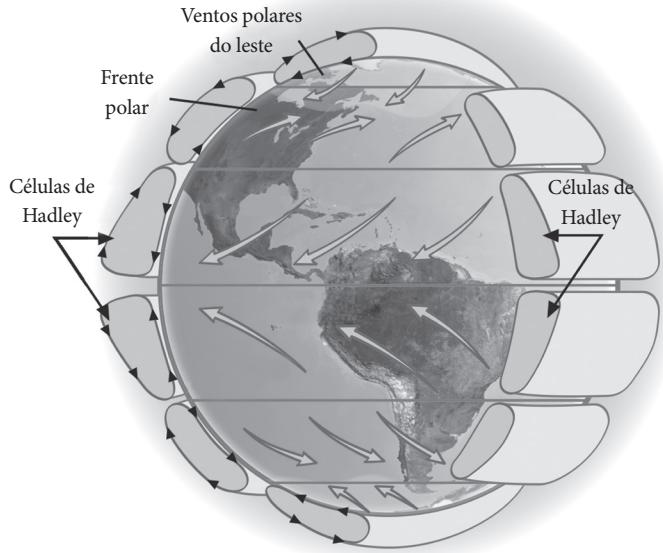
O compromisso assumido pelos países signatários do tratado de banimento era substituir até o fim de 2010 todo o CFC – que ainda é produzido – por outros compostos.

Outras substâncias nocivas à camada de ozônio ainda precisam de mais atenção, como o tetracloreto de carbono, utilizado como solvente; o clorofórmio, utilizado como anestésico e solvente; e o dióxido de nitrogênio, usado na produção do ácido nítrico e originado naturalmente por bactérias desnitrificantes que têm sua ação acentuada diante do uso exagerado de fertilizantes no solo.

Para entender por que a camada de ozônio está sendo destruída apenas em alguns locais, é preciso conhecer a movimentação do ar no globo terrestre. Na região da Linha do Equador, onde a incidência da radiação solar é mais intensa, ocorre a ascensão das massas de ar, e isso gera um deslocamento da atmosfera. O movimento de rotação da Terra, combinado a essa ascensão, gera os padrões de deslocamento atmosférico mostrados na Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Representação das massas de ar e deslocamento da atmosfera no planeta Terra

IESEN BRASIL S.A.



Na faixa dos trópicos, conhecidos como *centros de alta pressão*, esse deslocamento ocorre tanto em direção ao Equador quanto aos polos, onde as massas de ar descrevem um movimento circular em torno de um ponto denominado *vórtice polar*. É nessa região que se acumulam diversos gases, entre os quais aqueles responsáveis pela destruição do ozônio.

8.5 As consequências da destruição da camada de ozônio

As principais consequências da destruição da camada de ozônio para os seres vivos são as queimaduras e o câncer de pele, além de problemas como a catarata² e a queda do sistema

2 Doença ocular que causa opacidade do cristalino do olho. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS, 2017), muitas pessoas estão cegas devido à catarata e podem ter tido como causa a exposição excessiva aos raios UV.

imunológico, que deixam os indivíduos mais suscetíveis a doenças causadas por patógenos.

A radiação ultravioleta B é altamente oxidante e pode modificar a estrutura genética das células, de acordo com tempo de exposição a ela. A consequência mais grave é o desenvolvimento do melanoma maligno, tipo de câncer que pode levar à morte.

As plantas, de modo geral, reagem à maior exposição aos raios UV-B diminuindo sua área foliar e aumentando a espessura dela. Contudo, o impacto nas plantas de interesse econômico foi mais bem estudado. A soja, por exemplo, apresenta uma diminuição na sua produção proporcional ao aumento da radiação ultravioleta; o pinheiro que é plantado para a fabricação de papel (*Pinus taeda*) tem menor crescimento com o aumento da radiação.

Nos ecossistemas aquáticos também há prejuízo, pois, com a maior incidência de raios UV-B, o fitoplâncton, maior consumidor de gás carbônico do planeta, tem sua produtividade reduzida e consequentemente deixa de fixar o gás carbônico em compostos orgânicos por meio da fotossíntese. Na verdade, a clorofila, pigmento responsável por esse processo, é degradado quando exposto à intensa radiação solar.

Logo, a planta perde parte de sua capacidade de fotossintetizar, diminuindo seu metabolismo, retardando seu crescimento ou morrendo. Também há efeitos sobre seres vivos, como larvas de peixes e nematódeos. Já se constatou ainda que rebanhos apresentam um aumento de enfermidades oculares, como conjuntivite e câncer, quando expostos a uma incidência maior de UV-B.

A ação da radiação ultravioleta B é tão intensa que ela é utilizada artificialmente para fazer a desinfecção da água, pois elimina seres vivos patogênicos por meio da oxidação.

8.6 Medidas mitigadoras e educação ambiental

Desde o momento em que se soube da destruição da camada de ozônio, os países mobilizaram-se para tentar solucionar a situação. Os primeiros passos foram parar de usar o CFC e conscientizar a população a se proteger da ação da radiação UV-B.

O Brasil reduziu o consumo de CFC a partir de 1997, colaborando com o Protocolo de Montreal, do qual é signatário. Esse protocolo, criado em 1987, foi a primeira medida tomada pelos países para evitar a total destruição da camada de ozônio.

As medidas de proteção contra a exposição da radiação ultravioleta incluem roupas adequadas, chapéus e uso de filtros solares, de preferência com fator de proteção alto. Para os olhos, óculos escuros com lentes antirraios UV. É aconselhável não ficar exposto ao Sol entre as 10 e 14 horas, quando os níveis de radiação ultravioleta estão no máximo (durante o horário de verão, esse período ocorre entre as 11 e 15 horas).

Também se deve levar em conta as propriedades de reflexão do solo. Grama, solo e água refletem menos de 10% dos raios UV incidentes, já a neve chega a 80%, enquanto a areia reflete entre 10% e 25%. A radiação indireta (o chamado *mormaço*), apesar de fazê-lo menos intensamente, com o céu nublado também afeta a pele.

A sensibilidade de cada pessoa à radiação ultravioleta depende do tipo de pele, um fator genético que não se modifica pela ação de agentes físicos e químicos. Ou seja, fazer bronzeamento artificial ou usar os produtos “autobronzeadores” não vai proteger ainda mais a pele da radiação ultravioleta.

Atualmente, os gases dos aerossóis foram substituídos por uma mistura de propano e butano. Pode-se encontrar no rótulo dos produtos um selo indicando que eles não contêm CFC. Contudo, muitos refrigeradores e aparelhos de ar-condicionado

antigos ainda utilizam o CFC como gás refrigerante. No entanto, já existem no mercado refrigeradores que possuem HFC (hidrofluorcarbono) e ciclopentano (um hidrocarboneto), além de outros gases, podendo o consumidor optar por alternativas ambientalmente corretas.

Outro produto que está atendendo às necessidades ambientais é o poliestireno expandido, o isopor. No seu processo de produção, utilizava-se CFC para expandi-lo, mas esse gás está sendo substituído por pentano, um hidrocarboneto que não tem efeito direto sobre a camada de ozônio.

Atividades

1. Caracterize a camada de ozônio, abordando sua localização, composição e função.
2. Quais são os problemas que surgem para os organismos vivos com a destruição da camada de ozônio?
3. Quais são as precauções que os cidadãos devem tomar em relação à radiação ultravioleta?
4. Como os cidadãos podem colaborar para evitar a destruição da camada de ozônio?

A hipótese Gaia

A hipótese Gaia surgiu no fim da década de 1960 e ainda é bastante criticada por vários pesquisadores. Ao afirmar que a Terra é um superorganismo capaz de autorregulagem, a hipótese vai contra todas as afirmações de que a Terra é simplesmente uma “bola” de rocha com vida sobre ela. As grandes dimensões do planeta e as longas escalas de tempo dificultam pensar em Gaia como um ser vivo de maneira concreta. A palavra Gaia é de origem grega e significa *deusa Terra ou mãe Terra*.

9.1 A origem da hipótese Gaia

O químico James Lovelock foi contratado pela Nasa (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos) na década de 1960 para descobrir se há condições de vida em outros planetas, como Vênus e Marte. Lovelock questionou como seria a vida nesses planetas e se há meios de descobrir se ela seria semelhante à da Terra.

O cientista concluiu que, para viver, os seres vivos retiram matéria e energia do meio em que vivem e descartam os resíduos também nesse meio. No caso da Terra, há a atmosfera (meio gasoso) e os oceanos (meio líquido), que servem como meios fluidos de retirada de energia e descarte de resíduos.

Logo, se ele analisasse a atmosfera do planeta, poderia concluir se existe vida ou não, sem precisar ir até o planeta. Na Terra, a atmosfera tem 21% de oxigênio, que é altamente reativo e seria facilmente eliminado por outros gases, como hidrogênio, amônia, entre outros. Isso se explica porque a vida no planeta é responsável pela constante produção do gás, repondo sua quantidade na atmosfera.

Tabela 1 – Diferença da composição da atmosfera dos três planetas (Terra, Marte e Vênus)

	Vênus	Terra	Marte
Nitrogênio (N_2)	1,9%	78%	2,7%
Oxigênio (O_2)	0,1%	21%	0,13%
Gás carbônico (CO_2)	98%	0,04%	95%

Fonte: Elaborada pelos autores.

A explicação para isso é que, se a composição da atmosfera é constante, sem compostos resultantes de metabolismo sendo alterados, não há vida.

Para ajudá-lo na formulação da hipótese Gaia, Lovelock convidou a bióloga microbiologista Lynn Margulis. Por meio desse estudo, eles questionam a ideia de que a vida surgiu na Terra pelas condições atmosféricas e climáticas favoráveis do planeta. Pelo contrário, dizem que a vida cria as condições necessárias para continuar existindo. Para eles, o planeta é um ser vivo, inteligente e que se autorregula, mantendo as condições favoráveis para a manutenção da vida e é capaz de superar os desequilíbrios ambientais, criando condições de equilíbrio, mesmo que isso resulte em adaptação, grandes extinções ou surgimento de novas espécies.

9.2 As evidências da hipótese

O calor irradiado pelo Sol aumentou desde que a vida surgiu na Terra. O questionamento de Lovelock foi como a temperatura conseguiu se manter estável, com um clima favorável à vida, durante 4 bilhões de anos? A resposta encontrada foi Gaia, a Terra como um superorganismo capaz de regular suas condições físicas e químicas.

Nessa hipótese, os fatores bióticos agem sobre os abióticos, modificando o ambiente. Todas as evidências apontam para essa relação. Para

explicar e comprovar que a Terra é um superorganismo, os cientistas citam vários acontecimentos no planeta como evidências dessa hipótese, como a formação de ilhas por meio de corais, as dunas com vegetais, a acidez do solo e o surgimento do oxigênio na atmosfera.

Durante milhões de anos, a Terra foi habitada apenas por micro-organismos anaeróbios, ou seja, que não dependem do oxigênio para sobreviver. Com seu metabolismo simples, nutriam-se de compostos orgânicos, liberando como resíduos compostos inorgânicos simples. A proliferação desses organismos fez com que a quantidade de compostos orgânicos diminuísse.

Na tentativa de se adaptar às novas condições ambientais, alguns desses organismos evoluíram e deram origem às plantas verdes, que conseguem assimilar as substâncias inorgânicas e transformá-las em compostos orgânicos por meio da fotossíntese. Mas como produto desse novo processo surge o oxigênio, letal para os seres anaeróbios. Novamente, os seres evoluíram para conseguir utilizar essa nova substância e controlar sua presença de uma maneira que todos conseguissem sobreviver.

Os solos cultivados, por exemplo, seriam muito ácidos se não houvesse as bactérias para transformar o nitrogênio inorgânico em formas assimiláveis pelas plantas. Os corais também são exemplos, pois seu metabolismo permite fixar o cálcio da água do mar e transformar suas colônias em “rochas”. Isso modifica todo o funcionamento no local onde se instalaram. As dunas locomovem-se com os ventos, mas, quando começam a receber vegetação, ficam mais estáveis. A matéria mineral das dunas (silício) junta-se com a matéria orgânica dos seres vivos que passam a viver nelas, e transforma-se em solo. É impensável a vida sem o oxigênio. Porém, sem os organismos fotossintetizantes, o oxigênio deixaria de ser reciclado e a maior parte dos seres vivos morreria.

9.3 O planeta das margaridas

James Lovelock postulou o modelo do Planeta das Margaridas para explicar como os seres vivos conseguem agir sobre o ambiente. Supondo-se que existam apenas três espécies de margarida vivendo no planeta: as brancas, as cinzentas e as pretas. Se a temperatura está muito baixa, as margaridas pretas reproduzem-se mais e espalham-se por todas as regiões. Isso é possível graças à sua coloração, que permite a elas absorverem mais calor. À medida que vão se proliferando, o planeta torna-se mais quente devido ao calor absorvido por elas. Se o planeta é mais quente, as margaridas brancas proliferar-se-iam, porque suas pétalas refletiriam mais o calor. Logo, o planeta também se tornaria mais frio. Porém, se a temperatura é média, as margaridas cinzentas iriam se proliferar mais do que as outras.

Pode-se juntar às margaridas mais duas populações: coelhos e raposas. Se o número de coelhos aumentar, diminuirá o número de margaridas que seriam comidas pelos coelhos. Entretanto, se as margaridas se esgotassem, a população de coelhos morreria de fome. Nesse caso, é necessário atingir um equilíbrio em que o número de margaridas é exatamente o suficiente para alimentar a população de coelhos. A mesma lógica se aplica à população de coelhos e de raposas (predadores dos coelhos).

9.4 Ações humanas e a hipótese Gaia

Os seres humanos têm grande capacidade de alterar o meio em que vivem. As atividades de caça, desmatamento, mineração, produção agrícola e pecuária e desenvolvimento de cidades transformam a paisagem e intensificam os acontecimentos naturais.

Desde as civilizações pré-históricas, animais foram extintos pela caça. O desmatamento deixa o solo exposto à ação do tempo, fragmentando a paisagem natural, levando espécies à extinção e

provocando catástrofes. A mineração polui rios e destrói a vegetação. A atividade agropecuária também provoca grandes estragos na paisagem, empobrecendo o solo, poluindo a água e o ar.

As cidades constituídas e administradas sem planejamento estratégico provocam o mal-estar da população e dos demais seres vivos. A chuva ácida, por exemplo, é resultante da emissão de óxidos de enxofre pela queima de combustíveis derivados do petróleo. Esses óxidos reagem com a água existente na atmosfera e transformam-se em ácido sulfúrico (água + óxido de enxofre). O resultado é a precipitação desses ácidos, que prejudicam estruturas metálicas, vegetação e construções, afetando a composição química do solo e da água na superfície do planeta.

O aquecimento global, o derretimento de geleiras, o aumento do nível do mar são acontecimentos naturais que estão sendo intensificados e catalisados pela ação do ser humano sobre a natureza. Conforme a hipótese Gaia, é a Terra tentando achar uma saída para regular o ambiente e deixá-lo novamente favorável à vida. O estresse causado nas catástrofes resultou em extinções. Os impactos causam estresse no ambiente. Eles podem ser agudos, quando percebidos imediatamente, ou crônicos, quando percebidos depois de um tempo.

Na história evolutiva do planeta, grandes e rápidas modificações foram catastróficas para a vida. Como exemplo de estresse crônico pode ser citado o uso de gás CFC, descoberto como maléfico para a camada de ozônio após anos de uso.

9.5 Perspectivas futuras

À medida que o tempo passa e as catástrofes começam a afetar a humanidade, o posicionamento dos governos em relação à natureza toma novos direcionamentos por meio de políticas públicas voltadas ao meio ambiente.

A inclusão da educação ambiental no currículo das escolas brasileiras, a conscientização sobre os problemas já causados é um bom começo. Mas ainda falta muito. As pessoas consomem mais do que realmente precisam. A tradição de se ter muito faz com que o ser humano não perceba os recursos naturais como finitos.

Quanto mais degradamos, mais danos causamos a nós mesmos.

Ampliando seus conhecimentos

A hipótese de gaia

(FERNANDEZ, 2004, p. 237-238)

[...] A projeção animista também serve de base para uma moderna religião travestida de ciência, que atende pelo nome de hipótese Gaia. A ambiciosa ideia, formulada pelo químico James Lovelock, é de que o planeta inteiro teria evoluído para servir de abrigo adequado à vida e funcionaria como uma espécie de superorganismo autorregulado.

A fragilidade da argumentação de Gaia chega a ser comovente. Toda e qualquer característica do ajuste Terra-organismos apontada como evidência a favor da hipótese Gaia é explicada de maneira muito mais simples e óbvia por seleção natural. Por exemplo, Lovelock argumenta que o planeta desenvolveu uma alta concentração de oxigênio em sua atmosfera para se tornar acolhedor para os animais, que respiram oxigênio. No entanto, é infinitamente mais simples e plausível conceber que, por ser o oxigênio um recurso abundante, a seleção natural tenha favorecido os organismos que desenvolveram a capacidade de utilizá-lo.

A popularidade da hipótese Gaia, apesar de evidente falta de bons argumentos a seu favor, a meu ver é bastante fácil de explicar: Gaia fala exatamente o que as pessoas queriam ouvir, ao fornecer um motivo “superior”, maior que nós, pelo qual deveríamos agir corretamente com o nosso planeta, que

afinal de contas também seria um organismo vivo. O segundo livro de Lovelock chama-se *As idades de Gaia*; é bem claro que pelo menos a ideia de Gaia de fato é muito antiga: nada mais é que a velha projeção animista em grandiosa escala, com uma roupagem “modernosa” e pseudocientífica. O caráter religioso também é bastante claro, não faltando nem mesmo a revelação (o próprio Lovelock afirma ter percebido que o nosso planeta era vivo ao ver pela primeira vez uma foto da Terra vista do espaço).

Como qualquer religião, Gaia pode ser efetiva em mobilizar pessoas por uma causa, no caso a conservação. Porém, uma vez que Gaia não se assume como religião e prefere manter seu disfarce de ciência, espero que a conservação não dependa dela, pois cedo ou tarde vai surgir alguém para dizer “o rei está nu”, como alguns aliás já estão fazendo.

FERNANDEZ, F. *O poema imperfeito: crônicas de biologia, conservação da natureza e seus heróis*. 2. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

Atividades

1. Sobre a hipótese Gaia, levante aspectos positivos e negativos.
2. A hipótese Gaia pode ser verdadeira ou não passa de religião?
Como ela é apresentada no “Ampliando seus conhecimentos”?

Matrizes energéticas

Quando o ser humano passou a dominar o fogo, percebeu que tinha em mãos uma importante fonte de energia, capaz de não só aquecer-lo nos períodos mais frios, mas preparar seu alimento. Notou também que o fogo poderia ser um importante aliado no manejo da vegetação natural para práticas de cultivo e para a criação de animais, além de utilizá-lo como técnica de caça.

O uso da energia transformou o poder de produção do ser humano e, consequentemente, provocou uma série de impactos no ambiente. Dessa época até chegarmos à Revolução Industrial, na qual a energia calorífica serviu para movimentar os primeiros motores a vapor, foi um salto em termos tecnológicos.

A humanidade continuou buscando novas formas de energia, visando atender às diferentes necessidades, em um mundo em franca expansão tecnológica e industrial. No entanto, sabe-se que para gerar energia há um custo.

Produzir cada vez mais em menos tempo é resultado do avanço tecnológico. Mas qual é o preço desse avanço? Até agora, pelo menos para o ambiente, o resultado foi extinção de espécies, ar poluído, chuva ácida, efeito estufa, desmatamento.

No fim do século XX, começou a preocupação com a substituição das fontes de energia, pois apontava-se que o petróleo estava diminuindo. Novas alternativas foram desenvolvidas (Quadro 1), mais limpas e renováveis. No entanto, elas ainda não conseguiram substituir as antigas formas poluidoras de geração de energia.

Quadro 1 – Matrizes energéticas mais utilizadas no Brasil

Renováveis	Não renováveis
Álcool (combustível)	Petróleo e derivados
Álcool anidro (aditivo na gasolina)	Gás natural ¹
Lenha	Carvão mineral
Carvão vegetal	Xisto
Bagaço de cana	
Solar	
Eólica	
Hidráulica	

Fonte: Elaborado pelos autores.

As fontes renováveis ainda representam a menor parcela da produção energética no Brasil: 38,4% da energia produzida e utilizada no país vem do petróleo e seus derivados, 29,7% das fontes renováveis, 9,3% de gás natural, carvão mineral e xisto e 15% de hidrelétricas.

10.1 Petróleo

O petróleo é uma substância oleosa, inflamável, menos densa do que a água, com cheiro característico e de cor que varia entre negro e castanho-escuro. Sua origem mais provável é da decomposição incompleta dos organismos marinhos em ambiente com pouca oxigenação, o que formou as reservas dessa substância, que é composta de grandes quantidades de carbono.

Por meio de técnicas de destilação, craqueamento térmico, alquilação e craqueamento catalítico, o petróleo é refinado, derivando diversas outras substâncias, como combustíveis (gasolina e diesel), lubrificantes, plásticos, fertilizantes, medicamentos, tintas e tecidos. Os combustíveis derivados do petróleo, quando

1 Gás composto por 85% de metano, retirado junto com o petróleo das reservas.

queimados, liberam grande quantidade de dióxido de carbono, além dos óxidos de enxofre, poluindo o ar atmosférico. Quando a queima acontece na presença de pouca quantidade de oxigênio, o resultado é a liberação de monóxido de carbono. Caso não haja oxigênio, haverá liberação de carbono na forma de fuligem.

Os combustíveis derivados do petróleo são atualmente a forma mais utilizada para gerar energia, servindo para mover motores de automóveis e até para geração de eletricidade nas usinas termoelétricas.

A extração do petróleo requer grandes investimentos, pois as reservas desse material ficam em locais bastante profundos da plataforma continental. Do local de extração até as refinarias e os postos de distribuição e venda, o transporte é feito por meio de navios, dutos e caminhões. Quando acontece um acidente que envolve uma das fases citadas, a degradação ambiental é grande.

Há mais de 80 registros de acidentes com petróleo nos últimos 70 anos. Os mais significativos foram a queima de poços de petróleo no Kuait, durante a Guerra do Golfo, em 1991, e o ocorrido no Golfo do México, em 2010.

O petróleo não é uma fonte de energia renovável, por isso existe a preocupação em desenvolver novas tecnologias e usar alternativas energéticas sustentáveis.

10.2 Usinas hidrelétricas

O uso da água para gerar energia aparentemente não é poluente. No entanto, a implementação de uma usina hidrelétrica provoca diversos problemas sociais e ambientais. O represamento do rio causa o alagamento de uma grande área ocupada por vegetação nativa, plantações, criação de animais, expulsando os moradores locais. Além disso, interfere drasticamente no regime hidrológico da região, afetando a vegetação, a fauna e as populações ribeirinhas.

No Brasil, por exemplo, a construção da hidrelétrica de Balbina, no Rio Uatumã, próximo à capital do estado do Amazonas (Manaus), foi um desastre. A barragem inundou 2.360 quilômetros quadrados de floresta, mas 30% de sua extensão tem apenas um palmo de profundidade. A produção dessa usina não é suficiente para abastecer Manaus e cai de 250 para 100 mega-watts na estação seca.

O Brasil tem inúmeras usinas hidrelétricas, por isso, pode produzir mais energia ao realizar a troca de turbinas e modernizar as instalações, sem a necessidade de construir novas.

10.3 Biomassa

O uso da biomassa para produção de energia significa o aproveitamento da energia solar que foi anteriormente utilizada na fixação do carbono por meio da fotossíntese. Convencionalmente, aproveita-se a energia fixada na fotossíntese para alimentação, porém os resíduos das plantações podem ser utilizados para produzir outros tipos de energia.

Por meio da fermentação, queima, carburação, pirólise, produção de metanol e etanol, síntese de hidrogênio, células combustíveis, entre outros, converte-se a biomassa em energia. Na fermentação é produzido o biogás, aproveitando-se todo tipo de resíduo biodegradável jogado no lixo. Se esses resíduos ficarem a céu aberto, o metano proveniente da sua fermentação será lançado na atmosfera, contribuindo para o aumento da temperatura global.

O aproveitamento desses resíduos é total, pois o metano (biogás) é posteriormente queimado, com a finalidade de gerar calor e energia, e a matéria orgânica decomposta é utilizada como fertilizante. Em nosso país, a temperatura é adequada para que aconteça esse processo naturalmente, sem a necessidade de utilizar outros recursos para aquecer a matéria orgânica e permitir a ação das bactérias.

No Brasil, a utilização do álcool combustível (etanol) é uma inovação, pois polui menos que os derivados do petróleo. O álcool é derivado da cana-de-açúcar e a produção brasileira desse vegetal é de 520 milhões de toneladas por ano, sendo 52% desse total destinado à produção do combustível. A cana-de-açúcar é objeto de pesquisa com o objetivo de melhorar a produção e aproveitamento de seus subprodutos, por exemplo a elaboração de plástico biodegradável e derivados de cana para uso medicinal. Além do combustível, pode ser usada como aditivo à gasolina – o álcool anidro –, que substitui o MTBE (metil-terc-butil-éter), derivado do petróleo e altamente tóxico.

O biodiesel é outra proposta para o aproveitamento energético da biomassa. Esse produto é uma mistura de diesel comum, derivado do petróleo, com óleos de origem vegetal. Utiliza-se óleo de plantas, como amendoim, girassol, mamona, sementes de algodão e de colza, além de plantas brasileiras como a andiroba, o babaçu e o dendê.

A queima da biomassa também gera dióxido de carbono, mas não enxofre, que é liberado na queima dos combustíveis derivados do petróleo. As plantações de cana-de-açúcar também têm impactos ambientais e problemas sociais relacionados a elas, por exemplo o uso extensivo do solo, a necessidade de utilização de fertilizantes e mão de obra infantil.

10.4 Energia solar fotovoltaica

A geração de energia elétrica por meio dos sistemas fotovoltaicos tem emissão mínima de dióxido de carbono. Porém, o investimento necessário para sua implementação é muito alto, desestimulando os interessados. A produção de eletricidade por meio da energia solar não traz retorno financeiro ao investidor. No entanto, seus benefícios são para a comunidade e o meio ambiente.

Atualmente, essa fonte de energia é utilizada em locais distantes das linhas de transmissão e distribuição de eletricidade. Algumas fazendas possuem sistemas fotovoltaicos, pois os investimentos para trazer a rede elétrica até o local são equivalentes à instalação das placas de coleta de energia solar.

Algumas casas e edifícios têm aderido a esse sistema. Ao produzir a energia utilizada, essas construções ganham autonomia energética. Em Israel, por exemplo, o uso de energia solar é obrigatório e faz parte do projeto de construção de casas.

10.5 Energia eólica

O vento é capaz de gerar energia totalmente limpa e renovável. O custo da energia eólica em muitos países já alcançou os custos da energia gerada por hidrelétricas e termoelétricas. A capacidade geradora das usinas eólicas em regiões brasileiras, em que a média anual de velocidade dos ventos é de 8 metros por segundo, chega a 40%, sendo que em locais como o litoral nordestino essa capacidade chega a 60%.

Em nosso país, os períodos mais secos coincidem com os períodos de mais vento, ou seja, quando os reservatórios das hidrelétricas ficam com menor capacidade, as usinas eólicas passam a produzir mais energia. Com a crescente demanda de energia no mundo, aliada às necessidades de controle ambiental, preservação da natureza e crescimento autossustentado, o aproveitamento dos ventos é uma alternativa que deve ser explorada. Os avanços tecnológicos e redução dos custos desse tipo de energia fazem dela uma das tecnologias que mais cresce no mundo.

10.6 Energia nuclear

A energia nuclear não emite gases poluentes na atmosfera e, em alguns países europeus, ela fornece mais da metade da energia

elétrica utilizada. No entanto, gera o lixo nuclear ou lixo radioativo, que permanece ativo durante muito tempo, representando uma ameaça para o ambiente. A instalação de uma usina nuclear necessita de muito investimento. No Brasil, a primeira usina foi implementada em 1972, a Angra I, mais conhecida como *vaga-lume* em razão do fornecimento de energia frequentemente interrompido.

Angra II recebeu seus equipamentos em 2000, 25 anos após o acordo de compra com a Alemanha. Já para Angra III foram investidos 750 milhões de dólares em equipamentos, mas sua construção foi adiada por falta de recursos e em virtude das críticas ao programa nuclear (diante da ineficiência de Angra I). Em 2002, porém, a França interessou-se em financiar o término de Angra III e fez um acordo com o Brasil de cooperação para uso pacífico. As obras foram incluídas no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do governo federal.

Da mesma maneira que é necessário muito investimento para implementar uma usina nova, para desativá-la é necessário também muitos recursos financeiros, pois é preciso isolar os materiais radioativos. O preço da desativação é dez vezes maior do que um reator novo.

Em 1986, houve o acidente em Chernobyl, na Ucrânia, que matou cerca de 30 mil pessoas. Na atualidade, os ucranianos enfrentam altos índices de câncer e mutações em consequência desse acidente. Assim como o acidente nuclear de Chernobyl, outro de grande intensidade aconteceu no Japão. Em consequência de um *tsunami* que atingiu um reator nuclear na cidade de Fukushima, material radioativo foi liberado para o ambiente, contaminando mais de 300 mil pessoas, que foram evacuadas da região.

10.7 Uso racional das matrizes energéticas

O consumo excessivo faz aumentar a demanda por usinas de produção de energia. Quanto maior a produção, maior é o gasto

energético. Além de trocar as fontes de energia não renováveis por fontes renováveis, é necessário que haja colaboração da sociedade na redução do consumo de energia.

O gasto de energia do *stand-by* – estado no qual o aparelho eletrônico está ligado, porém não realiza sua atividade principal – corresponde a cerca de 10% do gasto de eletricidade em escritórios e domicílios.

10.8 Perspectivas futuras

As fontes renováveis são uma forma de aumentar o acesso à eletricidade, gerar empregos, descentralizar a geração elétrica e reduzir os impactos ambientais. A diversificação e substituição de carvão, petróleo, gás e da energia nuclear são pré-requisitos para o crescimento econômico sustentável, considerando-se o aumento de exigências no abastecimento. A redução dos custos está deixando as energias renováveis cada vez mais competitivas.

O Brasil tem um potencial eólico muito superior à Alemanha, campeã mundial de energia eólica. No Sul e no litoral brasileiro, as zonas climáticas são propícias ao aproveitamento dessa energia. Além disso, a demanda industrial de energia é considerável. Essas considerações valem também para o aproveitamento da energia solar no território brasileiro.

A Eletrobras criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), que prevê a inclusão das fontes renováveis, como as usinas eólicas e as usinas de biomassa, na produção de energia brasileira. As fontes renováveis ainda são uma pequena parcela da matriz energética do Brasil. Para que elas passem a representar uma maior quantidade na geração de energia, é

necessário que se crie uma legislação que exija a comercialização de um percentual mínimo de energia que venha de fontes renováveis.

É preciso considerar que, sem um incentivo inicial, essas fontes não vão conseguir espaço em um mercado energético competitivo, pois o uso das fontes não renováveis ainda é mais barato. Na Alemanha, os custos iniciais para incentivar a produção de energia a partir de fontes renováveis representaram um milésimo do orçamento público anual, mas esse investimento já retornou na forma de energia poupada, crescimento econômico e empregos. Esse exemplo pode ser seguido por outros países, principalmente o Brasil, que tem condições climáticas favoráveis ao uso de energias renováveis.

O petróleo ainda é a fonte energética mais barata e, por enquanto, a mais fácil de ser conseguida. A maioria dos motores de automóveis é movida a combustíveis derivados de petróleo, sendo boa parte da poluição atmosférica causada por esse uso de energia.

Outras matrizes energéticas já estão em fase de pesquisa e desenvolvimento, mas poucos automóveis funcionam com algum tipo de combustível alternativo. A próxima fase é o desenvolvimento de motores e de toda uma infraestrutura de abastecimento de combustíveis de fontes renováveis. A geração de energia elétrica também precisa ser substituída totalmente por maneiras menos impactantes em vez da queima de combustíveis fósseis e alagamento de grandes áreas para a construção das barragens das hidrelétricas.

Outro ponto crucial na questão das matrizes energéticas é o padrão de consumo de energia que aumenta cada vez mais, com uma quantidade maior de aparelhos eletrônicos em todos os setores da sociedade. A redução do consumo e a substituição das fontes energéticas não renováveis por fontes renováveis e menos poluentes são fatores decisivos para um ambiente mais saudável.

Ampliando seus conhecimentos

As tecnologias de energias renováveis e o desenvolvimento sustentável

(SIMAS; PACCA, 2013)

É consenso que a inserção de energias renováveis leva à mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Outros impactos ambientais, como emissões de poluentes atmosféricos e aquáticos, impactos ambientais no ciclo de vida das tecnologias de geração de energia, mudanças no uso da terra e impactos na biodiversidade vêm sendo amplamente estudados. No entanto, a discussão aprofundada dos impactos socioeconómicos dessas tecnologias ainda é escassa. Essa discussão torna-se ainda mais importante em períodos de baixo crescimento econômico (FRANKHAUSER et al., 2008; LEHR et al., 2008).

Entre os principais benefícios socioeconómicos trazidos pelas energias renováveis podem ser citados: a inovação tecnológica e o desenvolvimento industrial; a geração distribuída e a universalização do acesso à energia; o desenvolvimento regional e local, especialmente em zonas rurais; e a criação de empregos.

Segundo Laitner et al. (1998), ao associarem a redução no consumo de energia e nas emissões de GEE com perdas económicas, as análises de políticas climáticas e energéticas não levam em conta a dinâmica da inovação tecnológica. Pelo contrário, a difusão de tecnologias limpas e eficientes pode levar a ganhos líquidos na economia, ao ser vista além do horizonte imediato, e deve ser incentivada por políticas que reduzam as barreiras institucionais e de mercado para novas tecnologias. Frankhauser et al. (2008) argumentam que a inovação tecnológica e a criação de novas oportunidades para investimento e crescimento econômico são consequências importantes das políticas climáticas. As mudanças tecnológicas e inovação, a longo prazo, aumentariam a demanda por trabalho e qualificação. Os autores ainda ressaltam o papel de boas políticas direcionadas a favorecerem a inovação tecnológica. Nesse contexto, os países pioneiros no desenvolvimento de tecnologias

limpas têm potencial para a liderança regional. Os autores utilizam o caso da Alemanha, a qual se posiciona como líder em exportação de tecnologias limpas.

Em países em desenvolvimento é comum verificar consumo de energia *per capita* menor que em países desenvolvidos, uma vez que esses países se encontram em fase de desenvolvimento e expansão da produção de bens e serviços, assim como redução de desigualdades ao acesso à energia. A incorporação de tecnologias de energias renováveis e eficiência energética no início do processo de desenvolvimento acelera a eficiência na utilização de recursos, contrapondo o pensamento de que, para haver desenvolvimento, é preciso que ocorram impactos ambientais (GOLDEMBERG, 1998). A adoção de energias renováveis em projetos sustentáveis de desenvolvimento pode cumprir os objetivos dos países sem passar pela intensidade de consumo de combustíveis fósseis com que foi marcado o crescimento de países desenvolvidos (ZERRIFFI; WILSON, 2010).

As tecnologias de energia renovável são intensivas em capital, e a maior parte do investimento concentra-se na fase inicial do projeto – o custo dos equipamentos corresponde a até 75% do investimento total de um parque eólico. Nesse contexto, a implantação de projetos de energias renováveis tende a oferecer oportunidade para o desenvolvimento de indústrias de equipamentos para consumo interno e até mesmo para a exportação (BERGMANN et al., 2006; FRANKHAUSER et al., 2008; TOURKOLIAS; MIRASGEDIS, 2011).

A presença de projetos de energias renováveis em áreas rurais, especialmente em áreas que carecem de desenvolvimento econômico, pode trazer diversos benefícios para a comunidade. Características socioeconômicas de muitas regiões, como alto desemprego, falta de alternativas de desenvolvimento econômico e altas taxas de migração da população economicamente ativa fazem que seja vantajoso o investimento nessas tecnologias. As usinas de geração de energias renováveis são frequentemente menores e mais dispersas que usinas tradicionais e, por esse motivo, encontram-se muitas vezes situadas em áreas rurais de baixa densidade demográfica. Devido a essa característica, a construção dessas usinas demanda maior quantidade de

mão de obra, e gera potencial para a capacitação e emprego de populações rurais em diversas localidades (NGUYEN, 2007).

Além da geração de empregos na construção, a maioria desses de caráter temporário, há oportunidades de empregos na operação e manutenção (O&M) das usinas, em menor número, mas de longa duração. A implantação de projetos de energias renováveis, como oportunidade de criação de empregos e alternativa para o setor agrário, pode contribuir para o desenvolvimento rural (RÍO; BURGUILLO, 2008). Mesmo que o número de empregos criados em uma localidade não seja significativo para a economia como um todo, pode ser significativo para a região. Estudo feito por Bergmann et al. (2006) na Escócia mostrou que a população rural tem maior percepção dos benefícios sociais das energias renováveis que a população urbana, especialmente no tocante à geração de empregos.

Outro aspecto importante é o arrendamento de terras, especialmente por parques eólicos. Devido ao fato de que os aerogeradores ocupam apenas uma pequena fração da área, o dinheiro arrecadado pelo aluguel da área pode ser investido para outras atividades produtivas na propriedade (RÍO; BURGUILLO, 2008; SIGH; FEHRS, 2001). Além dos proprietários de terras diretamente envolvidos com a implantação das usinas e os trabalhadores na construção e O&M, outros atores locais podem ser beneficiados com os projetos de energias renováveis. Durante o período de construção, há um aumento na demanda por bens e serviços para o volume de pessoas envolvidas na obra, como hospedagem e alimentação. Fornecedores de bens e serviços dentro das comunidades podem ser beneficiados com a construção do projeto, e aumentar a renda total da comunidade, além de criar oportunidades de empregos temporários fora da obra. Dependendo do projeto, também pode haver compensações às comunidades, como reforma de escolas e de infraestrutura pública, fornecimento de energia elétrica a custo reduzido, construção de bibliotecas, entre outros (RÍO; BURGUILLO, 2008).

Apesar de o potencial de trazer diversos benefícios para o desenvolvimento local e regional, o incentivo às fontes renováveis de energia não deve ser considerado como uma política de desenvolvimento, mas sim uma prática que, se aplicada em conjunto com outras políticas sociais, poderá trazer imensa colaboração para o desenvolvimento destas comunidades (RÍO; BURGUILLO, 2009).

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Estudos Avançados*, v. 27, n. 77, p. 101-103, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n77/v27n77a08.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

Atividades

1. Pesquise quais são as fontes de energia utilizadas na sua cidade. Inclua na sua lista todos os estabelecimentos que utilizam energia e verifique de onde ela vem.
2. Quais são os impactos que essas fontes causam em sua cidade e nos arredores?
3. Quais são as condições climáticas de sua cidade? Com base em sua resposta, liste as fontes de energia renovável que poderiam ser implementadas.

Avaliação de impactos ambientais

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

(BRASIL, 1988)

Devido às atividades humanas, as características ambientais do planeta têm sofrido uma série de alterações, algumas indesejáveis ao ser humano, como doenças, diminuição na disponibilidade de recursos, alterações nas paisagens naturais e mudanças no clima global. Por isso, a partir de meados do século XX, nos anos de 1960, nos Estados Unidos, iniciou-se um processo mais intenso de discussão e de definição sobre o que é impacto ambiental e de que forma ele pode ser mensurado, valorado e minimizado, com vistas à melhor qualidade ambiental.

No Brasil, a avaliação de impactos ambientais surgiu em decorrência de exigências de organismos financiadores internacionais, para depois ser considerada uma informação necessária no sistema de licenciamento ambiental e só então, nos anos de 1980, passar a ser incorporada oficialmente como uma ferramenta do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama).

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) definiu como responsabilidade do poder público e da coletividade zelar por um ambiente de qualidade para as atuais e as futuras gerações, e exigiu para a instalação de qualquer obra ou atividade potencialmente causadora de degradação ambiental o estudo prévio de impacto

ambiental, assunto cuja normatização anterior era uma resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), a Resolução n. 1, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986).

Conforme definido na resolução, define-se como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II – as atividades sociais e econômicas;
- III – a biota;
- IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V – a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986)

Essa definição é bem abrangente e ressalta tanto os aspectos relacionados à qualidade de vida e à saúde do ser humano quanto os referentes aos ecossistemas e ambientes naturais, incluindo a biota e os recursos naturais.

Os impactos ambientais podem ser quantificados numericamente, por exemplo quando se tem uma área com extensão conhecida que será alterada, ou então qualificados, quando é analisada sua duração e seu grau de permanência no ambiente. Nesse sentido, costuma-se classificar os impactos ambientais conforme diferentes critérios. Por exemplo:

- Tipo – o impacto pode ser classificado em direto, quando seus efeitos são decorrentes de alguma etapa da atividade geradora, enquanto os impactos indiretos decorrem de algum efeito secundário do empreendimento.
- Categoria de impacto – os impactos podem ser benéficos ou positivos, quando provocam uma melhoria nos meios biótico, físico ou socioeconômico, ou então adverso ou negativo, quando seus efeitos sobre alguns desses meios provocam algum tipo de alteração indesejável.

- Área de abrangência – os impactos podem ser classificados em locais, quando seus efeitos ocorrem na área de influência direta do empreendimento, ou regionais, quando seus efeitos se manifestam na área de influência indireta.
- Duração – os impactos podem ser temporários, como os que são registrados na fase de implementação de um determinado empreendimento, ou permanentes, quando seus efeitos incidem de maneira contínua sobre algum dos meios considerados.
- Reversibilidade – um impacto pode ser reversível, quando seus efeitos são temporários e podem ser minimizados, ou irreversível, quando seus efeitos, uma vez estabelecidos, não têm possibilidades de retorno à condição original. A supressão da vegetação pelo enchimento de um reservatório de hidrelétrica é um exemplo de um impacto irreversível.
- Magnitude – os impactos podem ser classificados em forte, médio, fraco e variável, dependendo da intensidade com que manifestam seus efeitos.
- Prazo – os impactos podem ser imediatos, quando se manifestam tão logo inicie o empreendimento, ou a médio prazo, quando seus efeitos se manifestam depois de um certo tempo de execução do empreendimento, ou então a longo prazo, quando seus efeitos se manifestam normalmente após alguns anos de implementação e operação de um certo empreendimento.

Os impactos de um determinado empreendimento normalmente são listados em matrizes de análise, em que a classificação de cada impacto é feita de acordo com diferentes critérios, buscando definir possibilidades de sinergismo entre os impactos e considerando as diferentes fases de empreendimento. Normalmente, são consideradas as fases de planejamento, implementação e operação – podendo, em alguns casos, haver a etapa de desativação, como acontece em alguns tipos de mineração e em aterros sanitários.

11.1 Impactos ambientais e licenciamento ambiental

Um aspecto muito importante relacionado aos impactos ambientais de um empreendimento é o processo de licenciamento ambiental, obrigação legal necessária à instalação de qualquer atividade potencialmente poluidora ou degradadora do ambiente. A participação social no processo de tomada de decisão em relação a essa atividade é garantida com a realização das Audiências Públicas.

A obrigação de avaliar empreendimentos ou atividades e expedir as licenças é compartilhada pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente e pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (Ibama), como partes integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama).

O Ibama atua principalmente no licenciamento de grandes projetos de infraestrutura cujos impactos atinjam mais de um estado ou área da União, assim como nas atividades do setor petroleiro na plataforma continental. As principais diretrizes legais para a execução do licenciamento ambiental são expressas na Lei n. 6.938/81 (BRASIL, 1981) e nas Resoluções Conama n. 1/86 (BRASIL, 1986) e n. 237/97 (BRASIL, 1997). O Ministério do Meio Ambiente pode definir a competência estadual ou federal para o licenciamento, tendo como fundamento a abrangência do impacto. O processo de licenciamento ambiental pode ser dividido em três tipos de licenças:

1. Licença Prévia (LP) – é solicitada pelo empreendedor ao órgão ambiental na fase de planejamento da atividade, e contém os requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo.
2. Licença de Instalação (LI) – é concedida no início da implementação do empreendimento, de acordo com as especificações constantes do projeto executivo aprovado.

3. Licença de Operação (LO) – autoriza o início da atividade e o funcionamento dos equipamentos pertinentes, após as devidas verificações realizadas pelo órgão responsável do cumprimento das condições colocadas na Licença de Instalação.

O processo de licenciamento ambiental de um empreendimento consiste basicamente no interessado dirigir-se ao órgão estadual de meio ambiente para obter informações sobre os trâmites necessários, devendo reunir a documentação solicitada e protocolar o pedido no órgão. Os técnicos do órgão realizam uma vistoria no local de implementação de empreendimento a ser licenciado e a licença ambiental é expedida quando o solicitante atender aos requisitos exigidos pelo órgão responsável do estado. Após a expedição da licença, o empreendedor deverá publicar o recebimento dela no Diário Oficial do Estado e em um periódico de grande circulação, no prazo de 30 dias, sob pena de perda da validade da licença.

A Resolução Conama n. 1/86 (BRASIL, 1986) relaciona uma série de empreendimentos com efeitos modificadores do ambiente, cuja realização de estudos de impactos ambientais é obrigatória. A saber:

- Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento.
- Ferrovias.
- Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos.
- Aeroportos.
- Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários.
- Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 quilowatts.
- Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, como barragem para distritos e zonas industriais.
- Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas do ponto de vista ambiental.

- Projetos urbanísticos, acima de 100 hectares ou em áreas de relevante interesse ambiental.
- Qualquer atividade que utilizar carvão vegetal, derivados ou produtos similares, em quantidade superior a dez toneladas por dia.
- Projetos agropecuários que contemplam áreas acima de mil hectares, ou menores, quando se tratar de áreas significativas do ponto de vista ambiental, inclusive nas áreas de proteção ambiental.
- Fins hidrelétricos acima de 10 megawatts, de saneamento, de irrigação, canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques.
- Extração de combustíveis fósseis, como petróleo, xisto e carvão.
- Extração de alguns tipos de minérios.
- Aterros sanitários, processamento e destino de resíduos tóxicos ou perigosos.
- Usinas de geração de eletricidade acima de 10 megawatts.
- Complexos e unidades industriais e agroindustriais, como petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hidróbios.
- Distritos e zonas industriais.
- Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas do ponto de vista ambiental.
- Projetos urbanísticos, acima de 100 hectares ou em áreas de relevante interesse ambiental.

A relação de empreendimentos que são contemplados pela resolução é bastante extensa, o que garante do ponto de vista legal a manutenção da integridade dos ambientes a despeito das necessidades de crescimento da atividade econômica.

Na prática, o que se observa em muitos casos é a realização de estudos superficiais e desprovidos de um caráter técnico e científico, que encontra muitas vezes órgãos ambientais despreparados tecnicamente para proceder a avaliação desses estudos, resultando em empreendimentos licenciados sem a devida atenção aos impactos provocados.

A Usina Hidrelétrica de Barra Grande, no Rio Pelotas, na divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, é um exemplo dessa situação.

11.2 Características do Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) são atividades técnicas e científicas que abordam diferentes aspectos de um empreendimento degradador do ambiente, e incluem um diagnóstico ambiental, a identificação, previsão, medição, interpretação e valoração dos impactos, além da definição de medidas mitigadoras e programas de monitoramento dos impactos ambientais.

O Relatório de Impacto Ambiental (Rima) é um documento do processo da avaliação de impacto ambiental, por isso deve trazer todos os elementos necessários para a tomada de decisão do órgão ambiental em relação ao empreendimento, bem como para o público que será afetado. Deve ser elaborado em linguagem clara e acessível e discutir de maneira integrada os impactos negativos e positivos do empreendimento em questão.

Os Estudos de Impacto Ambiental geralmente seguem uma sequência de etapas previamente definidas, que têm como base a regulamentação da questão no país (BRASIL, 1986). As principais etapas do estudo são:

- Descrição do empreendimento – consiste em uma apresentação clara e detalhada do empreendimento a ser implementado,

informando a natureza das atividades a serem realizadas e suas respectivas alternativas tecnológicas e de locação. Referências de empreendimentos anteriores, executados pelo mesmo proponente, podem ser apresentadas como forma de compreender a capacidade operacional dos executores.

- Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto – consiste em uma descrição analítica e completa sobre as características ambientais e suas respectivas interações, com a finalidade de fornecer uma caracterização da situação ambiental da área antes da implementação do projeto. A área de influência é definida com base na natureza do empreendimento e nas características ambientais da região. As bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades naturais de definição de área de abrangência de empreendimentos, visando a facilitar a definição de um plano integrado de ocupação e conservação da área. Deve considerar o *meio físico*, que compreende o subsolo, as águas, o ar, o clima, os recursos minerais, a topografia, o solo, o regime hidrológico, as correntes marinhas e as correntes atmosféricas, entre outros; o *meio biológico*, que inclui os ecossistemas naturais e suas respectivas fauna e flora, com ênfase para espécies indicadoras, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção; e o *meio socioeconômico*, que aborda questões como dinâmica populacional, estrutura produtiva, organização social, uso e ocupação do solo, uso da água, presença de sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais e as relações entre a sociedade e os recursos ambientais, com vistas à potencial utilização futura desses recursos.
- Análise dos impactos ambientais – são relacionados os impactos do projeto em questão, em suas diferentes etapas de execução, bem como de suas alternativas de locação. Os impactos detectados são identificados em uma matriz e é feita uma análise quanto às suas respectivas naturezas, magnitude,

importância, tempo de permanência, reversibilidade e temporalidade, além de suas propriedades cumulativas e possibilidades de sinergia.

- Definição de medidas mitigadoras – uma vez constatados e qualificados os impactos ambientais de um empreendimento, são definidas medidas, equipamentos e sistemas de controle e tratamento de despejos, avaliando-se a eficiência e aplicabilidade de cada um deles. As medidas mitigadoras podem ser de caráter compensatório e devem ser contratadas pelo empreendedor da forma prevista no estudo de impacto ambiental. Elas prestam-se a minimizar impactos de caráter irreversível.
- Programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos – devem indicar as medidas necessárias para o acompanhamento da evolução dos impactos positivos e negativos detectados nas diferentes etapas de implementação do empreendimento.

O Estudo de Impacto Ambiental deve ser feito por uma equipe multidisciplinar devidamente habilitada e credenciada nos respectivos conselhos de classe, que não tenha nenhum vínculo direto ou indireto com o proponente. Essa equipe será responsável tecnicamente por resultados e avaliações apresentadas. Por isso, normalmente é composta de profissionais de diferentes formações, como biólogos, geólogos, geógrafos, engenheiros florestais, agrônomos, sociólogos, engenheiros civis, historiadores e educadores.

11.3 O Relatório de Impacto Ambiental (Rima)

O Relatório de Impacto Ambiental (Rima) traz de maneira resumida as conclusões. Deve ter linguagem fácil e acessível ao público em geral, com ilustrações, como mapas, gráficos, fotos e quadros, facilitando o entendimento das consequências ambientais do projeto e das alternativas tecnológicas e de locação.

O Rima deve conter no mínimo os seguintes pontos:

- Objetivos e justificativas do projeto, com vistas às suas relações com políticas e planos setoriais do governo.
- Descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e de locação, especificando as matérias-primas e a mão de obra, as fontes de energia, os processos operacionais, os efluentes, as emissões, os resíduos, as perdas de energia e os empregos diretos e indiretos gerados, considerando as diferentes etapas de implementação do empreendimento.
- Síntese dos estudos de diagnóstico ambiental da área de influência do projeto.
- Descrição qualitativa dos impactos ambientais, considerando as diferentes etapas de execução do empreendimento e suas alternativas e indicando métodos, técnicas e critérios adotados para identificação, quantificação e avaliação desses impactos.
- Caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando diferentes opções do projeto e suas alternativas, incluindo a hipótese de sua não realização.
- Descrição do efeito das medidas mitigadoras previstas para os impactos negativos, mencionando, para aqueles que não puderem ser evitados, o grau de alteração esperado.
- Programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos.
- Recomendações referentes à alternativa mais favorável, do ponto de vista ambiental, e conclusões do relatório.

Para que um EIA/Rima tenha seu efeito legal, deve ser acessível ao público, respeitando o sigilo industrial quando for o caso. Suas cópias devem permanecer disponíveis aos interessados em centros de documentação ou em bibliotecas dos órgãos ambientais envolvidos, inclusive durante o período necessário para a análise técnica do documento. Todos os órgãos públicos podem manifestar interesse em dar vistas ao EIA/Rima, e receberão cópias dos documentos para conhecimento e manifestação.

O órgão estadual competente, o município ou mesmo a União, dependendo do empreendimento, pode determinar o prazo para dar conhecimento aos comentários feitos pelos órgãos públicos e demais interessados e, caso julgue necessário, poderá promover a realização de audiência pública para informação sobre o projeto e seus impactos ambientais, assim como para discussão do Rima.

A Resolução Conama n. 9, de 3 de dezembro de 1987 (BRASIL, 1987), define que a audiência pública tem por finalidade expor aos interessados o conteúdo do Rima, esclarecendo dúvidas e recolhendo as críticas e sugestões dos presentes a respeito. Pode ser convocada sempre que necessário, ou quando for solicitada por entidade civil, pelo Ministério Público ou por 50 ou mais cidadãos. A data deve ser fixada pelo órgão de meio ambiente, em edital e por meio de anúncio pela imprensa local, em um prazo que deve ser de, no mínimo, 45 dias a partir da divulgação.

Caso haja a solicitação de audiência pública e o órgão ambiental estadual não a realize, a licença ambiental concedida não terá validade. Pode haver mais de uma audiência pública, em função da localização geográfica do empreendimento e da complexidade do tema. Ao fim da audiência, deve ser lavrada uma ata, em que serão anexados todos os documentos escritos e assinados que forem entregues durante a sessão. Essa ata e seus anexos, juntamente com o Rima, serão a base para análise e parecer do órgão licenciador quanto à aprovação ou não do projeto.

A necessidade de o ser humano intervir na natureza para suprir suas demandas básicas, que vão desde moradia até alimentação, é um fato irreversível, ao menos enquanto perdurar a economia de mercado, que domina o planeta. Diante dessa realidade, cabe aos poderes públicos e à população, por meio das instituições que a representam, buscar soluções para evitar ou minimizar esses impactos, sem com isso bloquear o processo de crescimento econômico, especialmente dos países considerados em desenvolvimento.

Um passo importante nesse sentido é ter um marco legal para esse processo poder transcorrer da melhor forma e, nesse ponto, o Brasil é referência. O país já tem uma legislação pertinente e apontada como a mais avançada do mundo, porém ainda não tem uma estrutura técnica que permita dar o suporte adequado às avaliações necessárias no momento da instalação de um empreendimento que provoca danos ambientais.

Nesse contexto, a participação popular é muito importante e, infelizmente, depois de muitos anos de um regime de governo fechado e que não estimulou a discussão dos problemas brasileiros de uma forma mais ampla, o que se vê não é bem isso. Graças à atuação de algumas organizações não governamentais e de outros atores sociais, alguns inclusive ligados ao poder público, temos observado avanços, ainda aquém das reais necessidades do Brasil, um país de dimensões continentais e detentor da maior biodiversidade do planeta.

O Quadro 1 a seguir traz uma compilação dos principais impactos negativos de uma série de tipos de empreendimentos, devidamente acompanhados por um conjunto de medidas que visam a minimizar esses impactos.

Quadro 1 – Principais impactos e medidas mitigadoras das atividades produtivas mais comuns

Tipo de empreendimento: Agropecuária	
Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Perda de biodiversidade.	Conservar áreas previstas na legislação, como áreas de preservação permanente e reservas legais, além de estimular a criação de áreas especialmente protegidas (unidades de conservação).
Contaminação do meio com agroquímicos.	Utilizar práticas de cultivo adequadas às características naturais dos ecossistemas locais. Empregar práticas ambientalmente adequadas, como adubação verde, rotação de culturas, controle biológico, manejo integrado de pragas, diminuindo ao máximo o uso de fertilizantes e agrotóxicos.

(Continua)

Tipo de empreendimento: Agropecuária

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Aumento da velocidade do vento em decorrência do desmatamento.	Instalar quebra-ventos em parcelas definidas conforme o tamanho da área e o sentido predominante dos ventos. Introduzir consórcios entre espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas em sistemas agroflorestais.
Contaminação do agricultor com agroquímicos.	Usar práticas de cultivo adequadas às características naturais dos ecossistemas locais. Empregar práticas ambientalmente adequadas, como adubação verde, rotação de culturas, controle biológico, manejo integrado de pragas, diminuindo ao máximo o uso de fertilizantes e agrotóxicos. Ter utilização correta dos equipamentos de proteção individual (EPI). Usar agrotóxicos e fertilizantes com orientação de técnicos especializados e seguindo todas as instruções do fabricante.
Poluição do ar com material particulado devido às queimadas.	Não utilizar queimadas como prática de manejo ou, quando necessárias, com anuência e supervisão do órgão ambiental regulador e seguindo a legislação pertinente.
Degradação do solo e desertificação de áreas.	Utilizar práticas de conservação do solo, como rotação de culturas, plantio direto, pousio, adubação verde, instalação de curvas de nível e terraços, entre outras. Reducir a utilização de máquinas pesadas. Fazer reflorestamento com espécies nativas das áreas mais íngremes e/ou com solos mais frágeis.

Tipo de empreendimento: Aquicultura

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Degradação de ambientes úmidos e perda de biodiversidade nos locais de introdução dos cultivos.	Atender à legislação e não inserir cultivos em áreas de preservação permanente, como beiras de rios, várzeas e manguezais.
Alteração do fluxo de água e diminuição da disponibilidade de água para outras finalidades.	Localizar os tanques de cultivo em locais definidos de modo a não interromper os usos tradicionais da água da região, buscando, na medida do possível, o uso múltiplo da água dos tanques. Requerer a outorga pelo uso da água de maneira a controlar o uso dentro das vazões permitidas àquela bacia.
Contaminação do meio com efluentes e produtos químicos usados na produção.	Tratar os efluentes antes do lançamento no meio e evitar o uso desnecessário e sem a devida orientação técnica de produtos químicos, drogas e insumos para a produção.

(Continua)

Tipo de empreendimento: Aquicultura

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Introdução de espécies exóticas e patógenos associados.	Evitar o uso de espécies exóticas nos cultivos, dando preferência, se for o caso, àquelas que já tenham seus principais aspectos biológicos bem conhecidos. Observar a legislação específica que orienta a utilização de espécies exóticas em ambientes naturais.
Aumento dos níveis de carbono, nitrogênio e fósforo no meio.	Determinar a capacidade de suporte dos tanques, adequando a produção e o tratamento das águas a essa capacidade.
Alterações nas características socioeconómicas regionais.	Promover o envolvimento das populações locais nos processos decisórios relativos à aplicação dos projetos de aquicultura.

Tipo de empreendimento: Agricultura

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Supressão de ambientes naturais e perda de biodiversidade nos locais de instalação das unidades de beneficiamento.	Localizar a unidade conforme as especificidades do local, atendendo à legislação relativa às áreas de preservação permanente, protegendo os cursos de água e demais locais de relevância ambiental.
Alteração dos padrões de drenagem superficial.	Avaliar a constituição geológica e o padrão de relevo para buscar alternativas que garantam a manutenção dos mananciais, sem comprometer seus usos e seu papel para a biota original.
Contaminação das águas pelo lançamento de efluentes e disposição inadequada de resíduos sólidos.	Instalar equipamentos para monitoramento e tratamento dos efluentes, seguindo a legislação relativa ao lançamento destes no ambiente. Dispor os resíduos sólidos de maneira adequada e em local devidamente preparado para essa finalidade, que atenda à legislação e os critérios técnicos pertinentes. Introduzir formas alternativas de reutilização e reciclagem de resíduos sólidos nos processos produtivos.
Contaminação do ar por material particulado e emissão de odores desagradáveis.	Estudar alternativas de locação do empreendimento que evitem a dispersão de material particulado e de odores para áreas habitadas. Empregar técnicas de filtragem e redução das emissões, adequando o processo às características da matéria-prima utilizada. Fazer disposição adequada e controlada de dejetos, com monitoramento contínuo para evitar e detectar vazamentos.

(Continua)

Tipo de empreendimento: Agricultura

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Aumento da circulação de veículos, da geração de ruídos e poeira, além do aumento do número de acidentes.	<p>Isolar as áreas que produzem mais barulho e buscar alternativas de locação que contem com barreiras naturais à propagação do som, como fileiras de árvores e bosques.</p> <p>Instaurar um projeto específico de tratamento acústico, integrado ao sistema de circulação de veículos e máquinas.</p> <p>Planejar de maneira integrada as vias de circulação de veículos, com sinalização adequada e monitoramento do fluxo de veículos.</p>
Riscos à saúde dos trabalhadores que manuseiam efluentes, resíduos sólidos e produtos tóxicos.	Instituir um programa de segurança e saúde ocupacional e fazer instalação de equipamentos individuais e coletivos de prevenção e proteção de acidentes.

Tipo de empreendimento: Indústria em geral

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Poluição da água e do solo pela emissão de efluentes, produtos químicos e substâncias orgânicas diversas, tóxicas ou não, com diferentes ações sobre os organismos vivos.	<p>Reducir o volume de despejos, procurando reutilizar e reciclar os resíduos, se possível na própria cadeia produtiva.</p> <p>Tratar de maneira adequada todo e quaisquer efluentes produzidos, procurando lançar os resíduos tratados no ambiente em condições melhores do que o corpo receptor.</p> <p>Instalar sistemas de filtragem de efluentes.</p> <p>Definir um plano de contingência para casos de vazamentos de produtos industriais.</p> <p>Atender à legislação vigente, para cada tipo de produção industrial, com especial atenção às aquelas com maior potencial poluidor e de degradação ambiental.</p>
Poluição do ar pela emissão de material particulado, substâncias químicas, fumaça e vapor de água, entre outros.	<p>Estudar alternativas de locação do empreendimento que evitem a dispersão de substâncias químicas, material particulado e fumaça para áreas habitadas, com especial atenção às substâncias tóxicas e/ou que produzam odores desagradáveis.</p> <p>Empregar técnicas de filtragem e redução das emissões, adequando o processo às características da matéria-prima utilizada e ao tipo de resíduo produzido.</p> <p>Monitorar as emissões continuamente e desenvolver técnicas que permitam detectar eventuais vazamentos de produtos e defeitos nos sistemas de controle e tratamento das emissões.</p>
Poluição sonora gerada pela atividade industrial, variável conforme o tipo de indústria.	<p>Estudar alternativas de locação das unidades industriais que não fiquem próximas a áreas habitadas.</p> <p>Proteger e isolar acusticamente equipamentos que produzem níveis elevados de ruído, atentando para a manutenção adequada e revestimento acústico das edificações.</p> <p>Utilizar equipamentos de proteção individual, no caso dos trabalhadores que atuam em locais com altos níveis de ruídos.</p>

(Continua)

Tipo de empreendimento: Indústria em geral

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Degradação da qualidade ambiental pelo aumento na geração de resíduos sólidos e esgoto.	<p>Dispôr adequadamente os resíduos sólidos e adequar-se às exigências legais do sistema de coleta e tratamento do lixo no respectivo local de produção.</p> <p>Difundir princípios de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos produzidos.</p> <p>Instalar uma estação de tratamento adequada à natureza do esgoto produzido.</p>

Tipo de empreendimento: Turismo

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Aumento no consumo de recursos naturais como água e energia.	<p>Planejar a utilização da água e instaurar técnicas de reutilização desse recurso, além de criar medidas de sensibilização para que as pessoas não desperdiçam água.</p> <p>Definir a capacidade de suporte do local de modo que a população de turistas não provoque uma sobrecarga na utilização dos recursos.</p> <p>Estabelecer um plano diretor para o local de utilização turística, de modo a disciplinar o uso do espaço atendendo à legislação e às normas técnicas vigentes.</p>
Aumento na produção de efluentes domésticos e comerciais, além de resíduos sólidos de diferentes origens.	<p>Adequar os sistemas de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos e de esgoto para atendimento das demandas sazonais geradas pela atividade turística.</p> <p>Realizar campanhas de sensibilização e conscientização quanto ao lixo e ao esgoto.</p>
Aumento na exploração de animais visados pela atividade turística, como crustáceos, peixes e moluscos.	<p>Estabelecer medidas de controle dos estoques naturais das principais espécies exploradas, como forma de estabelecer as bases para uma utilização que considere as necessidades de reposição desses estoques.</p> <p>Atender às normas e à legislação vigente referente à espécie explorada.</p> <p>Divulgar as épocas de "defeso" das espécies e realizar campanhas que desestimulem o turista a consumir esses recursos nessas épocas.</p> <p>Fiscalizar as atividades de exploração de plantas e animais nativos.</p>
Necessidade de implementação de obras de infraestrutura que causam diversos impactos sobre o ambiente, como drenagens, estradas, movimentações de terra e aterros.	<p>Estabelecer um plano diretor que considere o zoneamento ecológico-econômico da região e suas características ambientais, em que o ordenamento no uso do espaço atenda à legislação vigente e às características socioeconômicas locais.</p> <p>Avaliar cada tipo de empreendimento de maneira mais específica, atendendo à legislação vigente e às necessidades locais e perspectivas futuras da região.</p>

(Continua)

Tipo de empreendimento: Turismo

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Degradação da paisagem e dos ambientes naturais pela instauração de edificações, obras de infraestrutura e pelo aumento no fluxo de visitantes em locais frágeis, como recifes de corais e manguezais.	<p>Sinalizar as áreas de preservação permanente e os locais de maior fragilidade ambiental, de modo a mostrar ao turista a importância da conservação daquele local.</p> <p>Estabelecer unidades de conservação de proteção integral em que a visitação com fins de recreação e contato com a natureza seja permitida e estimulada, com a devida estrutura para que isso ocorra.</p> <p>Realizar projetos paisagísticos que considerem a história e as características locais, incorporando elementos que minimizem eventuais impactos decorrentes do aumento de ruídos e poluentes em áreas mais urbanizadas.</p> <p>Zonear adequadamente as localidades de maior atividade turística, de modo a evitar que construções descharacterizem as paisagens e demais atrativos do local.</p>
Alterações das características socioeconómicas da região, decorrentes das mudanças de valores, comportamentos e modos de vida das populações que vivem nos locais turísticos.	<p>Possibilitar a participação da população envolvida no processo de planejamento e execução do empreendimento, envolvendo essa população na geração de empregos e benefícios econômicos decorrentes do turismo.</p> <p>Planejar o turismo respeitando hábitos e tradições das populações locais.</p> <p>Adotar medidas quanto à formação e capacitação da população local para atender à demanda turística.</p> <p>Instituir dispositivos legais que protejam os interesses locais em relação à posse e ao uso da terra.</p>

Tipo de empreendimento: Mineração

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Alterações na paisagem em diferentes níveis, dependendo do tipo de mineração e da etapa de exploração da mina.	<p>Planejar a utilização de toda a área de influência direta da mineração, de modo a compatibilizar os acessos, as áreas de empréstimo e as demais áreas necessárias para disposição das edificações e infraestrutura.</p> <p>Controlar processos erosivos com a adoção de técnicas de modelagem do terreno e revegetação, com fins de restauração ambiental, em áreas de maior fragilidade.</p>
Supressão da vegetação nas minerações a céu aberto e nos locais de introdução das minas subterrâneas.	<p>Estudar alternativas de locação que considerem a presença de remanescentes de vegetação nativa em bom estado de conservação, atendendo à legislação específica e, se necessário, às normas técnicas de diagnóstico da vegetação e da fauna e de resgate de espécies ameaçadas.</p> <p>Estabelecer áreas sob regime especial de proteção que abriguem os ecossistemas destruídos como forma de compensar as perdas decorrentes do empreendimento, quando não existirem alternativas adequadas de locação.</p> <p>Realizar medidas de proteção da vegetação, com cortinas vegetais, redução da emissão de pó e planejamento de medidas de restauração da vegetação pós-lavra.</p>

(Continua)

Tipo de empreendimento: Mineração

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Mudanças no perfil socioeconômico da região de implementação da mineração, com aumento do fluxo de pessoas e das atividades relacionadas.	<p>Planejar o empreendimento considerando as necessidades de comunicação e esclarecimento para a população local, implantando medidas que visem a melhoria da qualidade de vida associada à proteção e uso adequado dos recursos naturais.</p> <p>Planejar o uso e ocupação do solo nos assentamentos populacionais e no estudo de tendências de urbanização no entorno das áreas minerais.</p>
Contaminação do ambiente devido ao lançamento de efluentes nos corpos d'água superficiais e subterrâneos, no solo, e de material particulado no ar e sobre a vegetação.	<p>Instaurar sistemas de tratamento e destinação de efluentes que considerem as principais drenagens locais e as especificidades do material produzido.</p> <p>Dedicar especial atenção para que em escavações não sejam contaminadas as águas subterrâneas, implantando sistemas que garantam a sua qualidade.</p> <p>Utilizar barreiras de contenção para material particulado e efluentes do processo de mineração.</p>

Tipo de empreendimento: Abastecimento de água e tratamento de esgoto

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Alterações nos cursos d'água e no balanço hídrico local, pela remoção da vegetação, erosão das margens, alterações na flora e fauna e rebaixamento do lençol freático.	<p>Instaurar programas de proteção das nascentes e das matas ciliares, se necessário com a recomposição da vegetação, conservação do solo e o planejamento territorial.</p> <p>Realizar medidas de monitoramento da qualidade da água que é captada e da que é despejada após o tratamento do esgoto doméstico e industrial.</p> <p>Atender à legislação vigente relativa às áreas de preservação permanente.</p>
Contaminação da água e do solo pela disposição inadequada de lodo e águas residuais do sistema de tratamento da água e do esgoto.	<p>Estudar alternativas de locação que considerem a presença de remanescentes de vegetação nativa em bom estado de conservação, atendendo à legislação específica e, se necessário, às normas técnicas de diagnóstico da vegetação e da fauna e de resgate de espécies ameaçadas.</p> <p>Estabelecer áreas sob regime especial de proteção que abriguem os ecossistemas destruídos como forma de compensar as perdas decorrentes do empreendimento, quando não existirem alternativas adequadas de locação.</p> <p>Adotar medidas de proteção da vegetação, com cortinas vegetais, redução da emissão de pó e planejamento de medidas de restauração da vegetação pós-lavra.</p>

(Continua)

Tipo de empreendimento: Abastecimento de água e tratamento de esgoto

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Riscos ao ambiente e ao ser humano devido a falhas no sistema de processamento e reserva da água e do esgoto.	Monitorar as atividades de captação, processamento e distribuição/disposição final. Utilizar um sistema de alerta e comunicação entre as unidades de bombeamento e processamento.
Aumento no risco de contaminação e comprometimento da saúde pública pela disseminação de vetores de doenças que dependem da água para se proliferar.	Empregar tecnologias que permitam um controle sobre os reservatórios de água, esgoto e lodo, de modo a dar as condições adequadas de reserva e processamento. Monitorar os pontos de acúmulo de água e esgoto para detecção de eventuais surtos de desenvolvimento de espécies que são vetores de doenças.
Supressão da vegetação nas áreas de instalação das estações de processamento.	Restaurar área equivalente dentro das mesmas condições ambientais, especialmente quando o empreendimento é instalado em áreas de preservação permanente.

Tipo de empreendimento: Resíduos sólidos

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Disposição final imprópria (lixões) com possibilidade de provocar uma série de impactos ao ambiente e ao ser humano.	Estabelecer um sistema adequado de coleta e disposição final dos resíduos, atendendo à legislação pertinente em nível federal e municipal. Promover a divulgação das rotinas de coleta e disposição final do lixo, com campanhas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos.
Geração de odores, cinzas e gases provenientes dos aterros sanitários e de outras formas de disposição final do lixo.	Isolar áreas de transporte e processamento do lixo com cortinas vegetais e estabelecer uma zona de amortização dos impactos, em que a ocupação humana seja restrita. Instalar sistemas de filtragem, depuração, tratamento e reutilização dos produtos do processamento do lixo.
Contaminação de águas subterrâneas e superficiais por lixiviação do aterro sanitário.	Realizar sistema de drenagem superficial para evitar a infiltração e o escoamento das águas pluviais na área do aterro.

(Continua)

Tipo de empreendimento: Resíduos sólidos

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Conflitos sobre o uso de áreas para aterros sanitários onde existem locais já habitados.	Planejar a localização da unidade de tratamento e disposição final em função do plano diretor do município e introduzir zonas de proteção no entorno da área definida. Realizar todos os trâmites previstos na legislação referente aos impactos ambientais, esclarecendo à população nas audiências públicas sobre as características do empreendimento.
Supressão da vegetação nas áreas de implementação dos aterros e demais formas de disposição final.	Restaurar área equivalente dentro das mesmas condições ambientais, atendendo à legislação específica relativa às áreas que necessitam de proteção especial. Estabelecer projeto de recomposição paisagística em aterros que já tenham chegado à sua capacidade máxima de armazenamento de lixo.

Tipo de empreendimento: Obras de irrigação

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Erosão do solo.	Projetar adequadamente o sistema de drenos e a lâmina de irrigação a ser aplicada.
Saturação e salinização do solo.	Utilizar técnicas com maior controle da quantidade de água, evitando a irrigação excessiva. Usar sistema de controle da lâmina de irrigação para controlar o balanço de sais na zona radicial. Instalar e manter um sistema adequado de drenagem.
Lixiviação dos nutrientes do solo.	Aplicar corretamente os fertilizantes evitando a perda de nutrientes como nitrogênio e fósforo. Evitar a irrigação excessiva.
Surgimento de algas e pragas, além do aumento da incidência de doenças relacionadas à água.	Evitar a perda de nutrientes provenientes da agricultura para a água com o uso de práticas agrícolas adequadas. Implementar medidas de prevenção e controle de agentes biológicos que possam provocar a obstrução dos canais de drenagem e o desenvolvimento de vetores de doenças.
Redução da vazão do rio à jusante do ponto de captação da água.	Reducir a retirada de água buscando manter níveis adequados aos demais usos do manancial. Implementar sistemas de controle da distribuição da água entre os usuários, limitando a utilização aos níveis de recarga. Proteger a vegetação ciliar evitando o assoreamento dos mananciais. Evitar a irrigação excessiva e o desperdício de água.

(Continua)

Tipo de empreendimento: Obras de irrigação

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Alteração ou perda da vegetação e da fauna que ocorre nas áreas de instalação do sistema de captação e distribuição de água.	Avaliar as opções de locação do empreendimento de modo a evitar a intervenção em áreas frágeis do ponto de vista ambiental, prevendo corredores para a movimentação da fauna. Utilizar programas de recomposição das matas ciliares e controle da qualidade da água empregada no sistema.

Tipo de empreendimento: Transporte

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Degradação de ecossistemas nos locais de instalação de estradas, portos, aeroportos e terminais rodoviários e de cargas.	Analisar alternativas de locais para implementação que evitem áreas ambientalmente mais frágeis, como manguezais, encostas íngremes, locais com solos rasos e várzeas, além de atender à legislação vigente sobre as áreas que demandam proteção especial. Limitar a supressão da vegetação aos locais de instalação do projeto, prevendo a recomposição das áreas utilizadas somente na etapa de realização das obras. Adotar áreas sob proteção especial, que, dependendo da situação, podem ser relativas à adequação à legislação, ou então criar algum tipo de área protegida como medida compensatória.
Fragmentação de <i>habitats</i> pelo isolamento provocado pelas rodovias, ferrovias e hidrovias.	Avaliar alternativas de locação que minimizem esse impacto, evitando que o traçado dessas obras passe por áreas com vegetação em bom estado de conservação, em unidades de conservação ou em áreas sob algum tipo de proteção legal. Estabelecer corredores para o deslocamento da fauna e manutenção das conexões da vegetação, com vistas a manter viáveis ecologicamente os fragmentos resultantes da intervenção. Criar campanhas educativas com os usuários das estradas para atender aos limites de velocidade em áreas especialmente importantes para a conservação da flora e da fauna.
Movimentação de grande quantidade de matéria resultante de cortes, aterros e demais modificações da topografia dos locais de implementação.	Avaliar o desenho arquitetônico mais adequado de modo a evitar a alteração de áreas ambientalmente importantes e frágeis. Planejar as intervenções utilizando áreas de empréstimo e de "bota-fora" de maneira integrada e que prevejam uma recomposição ambiental após o término do empreendimento. Proteger as superfícies de terrenos expostos por terraplenagens e cortes de terreno, com materiais naturais ou artificiais, instalando estruturas de dissipação de energia e de contenção de materiais para evitar erosão e assoreamento dos cursos d'água.

(Continua)

Tipo de empreendimento: Transporte

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Aumento temporário do número de pessoas em decorrência da constituição do empreendimento e suas consequências socioeconómicas.	<p>Realizar um planejamento do uso e ordenamento do solo na área de influência do empreendimento, incluindo todos os níveis intervenientes na sua respectiva implementação e operação.</p> <p>Estabelecer diálogo e buscar critérios adequados para as intervenções que envolvam assentamentos, desapropriações e relocações de pessoas.</p>
Degradação da qualidade da água devido a alterações nos fluxos e na drenagem regional.	<p>Usar sistemas de coleta e transporte das águas superficiais e dimensionados às necessidades do empreendimento e às características regionais.</p> <p>Monitorar os pontos de intervenção do empreendimento em todas as suas fases, de modo a estabelecer um sistema de acompanhamento e gestão ambiental.</p>
Aumento da ocupação humana ao longo da área de instauração do empreendimento, com consequente especulação imobiliária e aumento da demanda de recursos e da produção de resíduos.	<p>Planejar a ocupação da área de influência do empreendimento considerando todas as fases de sua instauração, incluindo a operação, de modo a dimensionar e implementar as necessidades de infraestrutura decorrentes desse impacto.</p> <p>Promover campanhas que esclareçam a população sobre o empreendimento e suas necessidades de pessoal durante sua operação.</p>
Risco de acidentes com cargas tóxicas e consequente contaminação do solo e da água por vazamentos de substâncias químicas diversas.	<p>Elaborar planos de contingência para emergências, minimizando riscos durante o transporte e armazenamento de cargas perigosas.</p> <p>Planejar rotas especiais para transporte de cargas perigosas e cumprir a legislação específica que regulamenta essa questão nos diferentes níveis administrativos.</p>

Tipo de empreendimento: Represas

Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Alterações climáticas decorrentes da formação dos reservatórios.	<p>Avaliar alternativas de constituição do reservatório de modo a diminuir os efeitos de grandes áreas com lâmina de água sobre o clima local.</p>
Supressão de áreas extensas com vegetação nativa e com diferentes sistemas de uso da terra.	<p>Analizar alternativas para redução do tamanho do reservatório de modo a evitar a inundação de áreas com vegetação nativa e com sistemas produtivos.</p> <p>Planejar a reintegração das áreas do canteiro de obras, de empréstimo e de "bota-fora" à paisagem local e recuperação das áreas degradadas com finalidades de proteção da flora e da fauna.</p> <p>Usar um programa de conservação da flora e da fauna no entorno do reservatório, com criação de unidades de conservação e restauração das áreas que demandam proteção especial.</p> <p>Realizar o resgate da fauna e da flora antes do enchimento de reservatório, destinando o resultado dessa atividade às instituições e aos locais adequados a cada grupo biológico considerado.</p>

Tipo de empreendimento: Represas	
Principais impactos	Principais medidas mitigadoras
Mudanças nas características socioeconômicas da região com a chegada de mais pessoas, retirada de populações da área diretamente afetada, implementação de infraestrutura e demais atividades relacionadas ao empreendimento.	<p>Reassentar a população urbana e rural diretamente afetada em locais dotados de infraestrutura adequada em relação aos serviços básicos de atendimento à população (saúde, educação, saneamento, fornecimento de água e energia).</p> <p>Reordenar as atividades produtivas da região, com relocação de várias obras da área inundada para novos locais, incluindo monumentos, patrimônio arqueológico e paisagístico, templos, centros comunitários, cemitérios, entre outros.</p> <p>Adequar a infraestrutura dos municípios atingidos para desenvolver programas de uso múltiplo do reservatório, integrando a população à nova situação após a conclusão das obras.</p>
Alterações na bacia hidrográfica, nos fluxos hídricos, nos processos de transporte e deposição de materiais, na navegabilidade dos rios afetados, no nível das águas subterrâneas, entre outras.	<p>Estabelecer medidas de controle e monitoramento da erosão e de conservação do solo na bacia hidrográfica.</p> <p>Controlar o nível do reservatório para evitar grandes variações nos fluxos hídricos. Ordenar o uso do solo e a ocupação da bacia hidrográfica.</p> <p>Suprimir a vegetação na zona inundada de modo a evitar a diminuição dos fluxos no interior do reservatório.</p> <p>Construir canais de desvio dos sedimentos.</p>

Fonte: DIAS, 1999. Adaptado.

Ampliando seus conhecimentos

Avaliação de impacto ambiental

(PIMENTEL; PIRES, 1992)

A avaliação de impacto ambiental (AIA) pode ser definida, segundo Bolea, como “estudos realizados para identificar, prever, interpretar e prevenir os efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem-estar humano e ao ambiente, incluindo alternativas ao projeto ou ação, e pressupondo a participação do público”. Seu objetivo principal é obter informações sobre os impactos ambientais, através de exame sistemático, para submetê-las às autoridades e à opinião pública, com o fim primordial de prevenir os impactos ambientais negativos decorrentes da ação proposta e suas alternativas, bem como maximizar os eventuais benefícios.

A avaliação de impacto ambiental constitui-se em um instrumento de avaliação ex-ante. Ao promover o conhecimento prévio, a discussão e a análise imparcial dos impactos positivos e negativos de uma proposta permite evitar e mitigar seus danos e otimizar os benefícios, aprimorando a eficácia das soluções. Ao melhorar a qualidade dos dados e ao permitir a divulgação das informações e o acesso aos resultados dos estudos, possibilita a redução dos conflitos de interesse dos diferentes grupos sociais envolvidos. A AIA não é, então, um instrumento de decisão, mas um instrumento de subsídio ao processo de tomada de decisão. Para atender a esses objetivos e funções, a execução dos estudos para uma avaliação de impacto ambiental se desenvolve, de modo geral, segundo as seguintes fases:

- identificação – são caracterizados a ação proposta e o ambiente a ser afetado. Nesta fase deve ser feita a identificação das ações e dos impactos a serem investigados, a análise das relações entre os fatores ambientais, a definição de indicadores ambientais e a medição dos impactos;
- predição – é feita a predição das interações entre fatores e da magnitude dos impactos;
- avaliação – é feita a interpretação, a análise e a avaliação. Nessa fase são atribuídos aos impactos, ou efeitos, parâmetros de importância ou de significância, sendo comparadas e analisadas algumas alternativas.

PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites. *Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 56-57, jan./mar. 1992. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewFile/8812/7568>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

Atividades

1. Faça uma visita a um distrito industrial, porto, aeroporto, área agrícola, usina hidrelétrica, aterro sanitário ou lixão, ou algum outro empreendimento em sua cidade ou região que tenha provocado impactos sobre o meio ambiente. Crie uma lista dos prováveis impactos verificados e avalie-os quanto às suas características em termos de manifestação, periodicidade e reversibilidade, listando-os conforme os itens a seguir:
 - a) consequências sobre o meio físico;
 - b) consequências sobre o meio biológico;
 - c) consequências sobre o meio socioeconômico.

A Carta da Terra

Estamos diante de um momento crítico na história da Terra, numa época em que a humanidade deve escolher o seu futuro. À medida que o mundo se torna cada vez mais interdependente e frágil, o futuro enfrenta, ao mesmo tempo, grandes perigos e grandes promessas. Para seguir adiante, devemos reconhecer que, no meio de uma magnífica diversidade de culturas e formas de vida, somos uma família humana e uma comunidade terrestre com um destino comum. Devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura da paz. Para chegar a esse propósito, é imperativo que nós, os povos da Terra, declaremos nossa responsabilidade uns para com os outros, com a grande comunidade da vida, e com as futuras gerações. (BRASIL, 2002b)

A Organização das Nações Unidas (ONU) foi criada em 1945 e tem como objetivos o estabelecimento da paz, os direitos humanos e o desenvolvimento equitativo dos países. A questão ambiental passou a fazer parte dos objetivos da ONU apenas a partir de 1972, após a Conferência de Estocolmo sobre Entorno Humano.

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMAD) sugeriu a criação de uma declaração sobre proteção ambiental e desenvolvimento sustentável. Em 1992, na Eco 92, iniciou-se o projeto da *Carta da Terra*, que foi terminado em 2002.

A *Carta da Terra* é um código de ética para o planeta, equivalente à *Declaração Universal dos Direitos Humanos*. Ela é baseada em princípios e valores que consideram a natureza como riqueza a ser preservada durante o desenvolvimento das sociedades.

- Terra, nosso lar

A humanidade é parte de um vasto universo em evolução. A Terra, nosso lar, está viva com uma comunidade de vida única. As forças da natureza fazem da existência uma aventura exigente e incerta, mas a Terra providenciou as condições essenciais para a evolução da vida. A capacidade de recuperação da comunidade da vida e o bem-estar da humanidade dependem da preservação de uma biosfera saudável com todos seus sistemas ecológicos, uma rica variedade de plantas e animais, solos férteis, águas puras e ar limpo. O meio ambiente global com seus recursos finitos é uma preocupação comum de todas as pessoas. A proteção da vitalidade, diversidade e beleza da Terra é um dever sagrado. (BRASIL, 2002b)

- A situação global

Os padrões dominantes de produção e consumo estão causando devastação ambiental, redução dos recursos e uma massiva extinção de espécies. Comunidades estão sendo arruinadas. Os benefícios do desenvolvimento não estão sendo divididos equitativamente e o fosso entre ricos e pobres está aumentando. A injustiça, a pobreza, a ignorância e os conflitos violentos têm aumentado e são causa de grande sofrimento. O crescimento sem precedentes da população humana tem sobrecarregado os sistemas ecológicos e social. As bases da segurança global estão ameaçadas. Essas tendências são perigosas, mas não inevitáveis. (BRASIL, 2002b)

- Para que a *Carta da Terra*?

A escolha é nossa: formar uma aliança global para cuidar da Terra e uns dos outros, ou arriscar a nossa destruição e a da diversidade da vida. São necessárias mudanças fundamentais dos nossos valores, instituições e modos de vida. Devemos entender que, quando as necessidades básicas forem atingidas, o desenvolvimento humano será primariamente voltado a ser mais, não a ter mais. Temos o

conhecimento e a tecnologia necessários para abastecer a todos e reduzir nossos impactos ao meio ambiente. O surgimento de uma sociedade civil global está criando oportunidades para construir um mundo democrático e humano. Nossos desafios ambientais, econômicos, políticos, sociais e espirituais estão interligados, e juntos podemos forjar soluções includentes. (BRASIL, 2002b)

- Responsabilidade universal

Para realizar estas aspirações, devemos decidir viver com um sentido de responsabilidade universal, identificand-nos com toda a comunidade terrestre, bem como com nossa comunidade local. Somos, ao mesmo tempo, cidadãos de nações diferentes e de um mundo no qual a dimensão local e global está ligada. Cada um compartilha da responsabilidade pelo presente e pelo futuro, pelo bem-estar da família humana e de todo o mundo dos seres vivos. O espírito de solidariedade humana e de parentesco com toda a vida é fortalecido quando vivemos com reverência o mistério da existência, com gratidão pelo dom da vida, e com humildade, considerando o lugar que ocupa o ser humano na natureza. Necessitamos com urgência de uma visão compartilhada de valores básicos para proporcionar um fundamento ético à comunidade mundial emergente. Portanto, juntos na esperança, afirmamos os seguintes princípios, todos interdependentes, visando um modo de vida sustentável como critério comum, através dos quais a conduta de todos os indivíduos, organizações, empresas, governos, e instituições transnacionais será guiada e avaliada. (BRASIL, 2002b)

Na *Carta da Terra*, os princípios abrangem não só a ecologia, mas as sociedades, a economia e a democracia, pois, para preservar a natureza, é necessário o desenvolvimento de sociedades pacíficas e cidadãos responsáveis.

1. Respeitar a Terra e a vida em toda sua diversidade.

Esse princípio prevê que o ser humano precisa respeitar a natureza e preservá-la, independentemente de seu valor econômico e utilitário para a humanidade. Além disso, está

implícito que a diversidade cultural, étnica e religiosa dos seres humanos também deverá ser respeitada, sendo o potencial intelectual do ser humano o responsável pela dignidade e respeito à vida.

2. Cuidar da comunidade da vida com compreensão, compaixão e amor.

O ser humano deverá aceitar que o fato de poder utilizar os recursos naturais não lhe dá o direito de poluir o ambiente, sendo seu dever protegê-lo. Além disso, esse princípio coloca a questão da ética na utilização das tecnologias, sendo de responsabilidade do homem a promoção do bem comum.

3. Construir sociedades democráticas que sejam justas, participativas, sustentáveis e pacíficas.

É papel do homem a construção de sociedades pacíficas e democráticas, sem que para isso seja necessário destruir a natureza. Os homens precisam realizar seus sonhos sem destruir o dos outros. Devem desenvolver comunidades de maneira sustentável, lembrando-se de que tudo está interligado no planeta.

4. Garantir as dádivas e a beleza da Terra para as atuais e as futuras gerações.

A utilização dos recursos naturais deverá ser garantida para as futuras gerações com a mesma qualidade. Para isso, o desenvolvimento sustentável deverá ser praticado pelas gerações atuais, ensinando às próximas gerações sobre a importância da natureza para a sobrevivência de todos no planeta.

5. Proteger e restaurar a integridade dos sistemas ecológicos da Terra, com especial preocupação pela diversidade biológica e pelos processos naturais que sustentam a vida.

Para seguir esse princípio, é preciso que as normas e leis ambientais sejam respeitadas, sendo que todo desenvolvimento

deverá ter a conservação ambiental em primeiro plano. A proteção da vida precisa acontecer por meio da recuperação de áreas degradadas e espécies ameaçadas de extinção, assim como pela erradicação de organismos não nativos e modificados geneticamente, atitudes essas necessárias ao bem-estar dos ecossistemas.

O manejo e uso sustentável de recursos, como água, solo, produtos florestais e vida marinha, garantirá a disponibilidade desses recursos para as próximas gerações, assim como o manejo da extração e utilização de recursos finitos garantirá menor dano ao ambiente.

6. Prevenir o dano ao ambiente como o melhor método de proteção ambiental e, quando o conhecimento for limitado, assumir uma postura de precaução.

O meio ambiente não poderá ser afetado em hipótese alguma, sendo isso de responsabilidade de todos. Quando houver dano, a empresa, o grupo ou governo deverá ser responsabilizado. Para evitar que isso aconteça, a tomada de decisão deve ser baseada na avaliação dos impactos globais, cumulativos, de longo prazo, indiretos e de longo alcance. O desenvolvimento deve acontecer sem haver poluição, e impedindo o uso de substâncias radioativas, tóxicas ou qualquer outra que represente perigo à vida. Nesse caso, as atividades militares também devem ser barradas caso venham a causar danos ao ambiente.

7. Adotar padrões de produção, consumo e reprodução que protejam as capacidades regenerativas da Terra, os direitos humanos e o bem-estar comunitário.

Deverá fazer parte do dia a dia dos cidadãos e das cidades a redução do consumo, a reutilização e a reciclagem de materiais para se evitar a escassez dos recursos naturais e a poluição do ambiente. Será preciso fazer economia de energia

e uso de fontes energéticas renováveis e não poluentes. Para isso, os governos deverão incentivar e ensinar sobre o uso dessas fontes, bem como de tecnologias ambientalmente corretas, além de informar a população sobre as vantagens dos produtos que não agrideam a natureza e incentivar o seu consumo. Também faz parte desse princípio a garantia da assistência à saúde e informação sobre a reprodução responsável, tendo em vista a grande quantidade de seres humanos já existentes no planeta Terra.

8. Avançar o estudo da sustentabilidade ecológica e promover a troca aberta e a ampla aplicação do conhecimento adquirido.

Esse princípio enfatiza a necessidade de troca de experiências e de socialização das informações para o bem-estar da vida. Ajuda mútua e respeito pela diversidade são pontos importantes para o desenvolvimento sustentável. É preciso aproveitar os conhecimentos tradicionais e a sabedoria espiritual no que diz respeito à conservação da natureza. Ou seja, é socializar as informações sobre conservação da natureza e saúde humana para que o planeta caminhe para um futuro mais saudável.

9. Erradicar a pobreza como um imperativo ético, social e ambiental.

Para assegurar o futuro da natureza, é preciso conscientizar a população sobre a importância dela, assim como erradicar a pobreza e as diferenças sociais. Todos os seres humanos têm direito à água potável, ao ar puro e alimentos. O respeito pelos seres humanos se reflete no respeito à natureza. Quando agredimos a natureza, estamos agredindo a nós mesmos. Enquanto houver pobreza e falta de informação, a natureza será agredida.

10. Garantir que as atividades e instituições econômicas em todos os níveis promovam o desenvolvimento humano de maneira equitativa e sustentável.

Empresas e organizações financeiras precisam atuar em benefício do bem comum, sendo responsáveis pelo desenvolvimento sustentável dos locais onde atuam. Países mais ricos são responsáveis pelos mais pobres, devendo promover o desenvolvimento intelectual, financeiro, técnico e social nesses países.

11. Afirmar a igualdade e a equidade de gênero como pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável e assegurar o acesso universal à educação, à assistência de saúde e às oportunidades econômicas.

Desenvolver a igualdade entre os diversos gêneros, banir a violência e promover o respeito à família, tendo como base a educação pautada na igualdade.

12. Defender, sem discriminação, os direitos de todas as pessoas a um ambiente natural e social, capaz de assegurar a dignidade humana, a saúde corporal e o bem-estar espiritual, concedendo especial atenção aos direitos dos povos indígenas e das minorias.

Fazem parte desse princípio a educação dos jovens para que eles construam um futuro mais equilibrado no planeta e a extinção de todas as formas de discriminação e o respeito e a restauração locais de importância cultural e espiritual.

13. Fortalecer as instituições democráticas em todos os níveis e proporcionar-lhes transparência e prestação de contas no exercício do governo, participação inclusiva na tomada de decisões e acesso à justiça.

A sociedade tem o direito à informação e à participação na tomada de decisão no que diz respeito ao ambiente onde ela vive. A educação da sociedade tem o objetivo de capacitá-la a cuidar do ambiente, bem como lutar para deixá-lo mais saudável.

14. Integrar, na educação formal e na aprendizagem ao longo da vida, os conhecimentos, valores e habilidades necessárias para um modo de vida sustentável.

Levar a educação ambiental, em todas as áreas de conhecimento, bem como o ensino da moral e da ética a todos, por meio das escolas e outros diversos meios de informação, para que crianças e jovens da atualidade construam um modo de vida mais sustentável para o planeta.

15. Tratar todos os seres vivos com respeito e consideração.

Esse princípio inclui não maltratar animais, domésticos ou não, e eliminar a caça de espécies nativas ou que apresentam risco de extinção. Da mesma forma, não utilizar espécies animais como cobaias em experimentos laboratoriais.

16. Promover uma cultura de tolerância, não violência e paz:

- a) Estimular e apoiar o entendimento mútuo, a solidariedade e a cooperação entre todas as pessoas e entre nações.
- b) Implementar estratégias amplas para prevenir conflitos violentos e usar a colaboração na resolução de problemas para manejá-los e resolver conflitos ambientais e outras disputas.
- c) Desmilitarizar os sistemas de segurança nacional até chegar ao nível de uma postura não provocativa da defesa e converter os recursos militares em propósitos pacíficos, incluindo restauração ecológica.
- d) Eliminar armas nucleares, biológicas e tóxicas e outras armas de destruição em massa.
- e) Assegurar que o uso do espaço orbital e cósmico mantenha a proteção ambiental e a paz.
- f) Reconhecer que a paz é a plenitude criada por relações corretas consigo mesmo, com outras pessoas, outras culturas, outras vidas, com a Terra e com a totalidade maior da qual somos parte. (BRASIL, 2002b)

- O caminho adiante

Como nunca na história, o destino comum nos conclama a buscar um novo começo. Tal renovação é a promessa dos

princípios da *Carta da Terra*. Para cumprir essa promessa, temos que nos comprometer a adotar e promover os valores e objetivos da Carta.

Isso requer uma mudança na mente e no coração. Requer um novo sentido de interdependência global e de responsabilidade universal. Devemos desenvolver e aplicar com imaginação a visão de um modo de vida sustentável aos níveis local, nacional, regional e global. Nossa diversidade cultural é uma herança preciosa, e diferentes culturas encontrarão suas próprias e distintas formas de realizar essa visão. Devemos aprofundar e expandir o diálogo global gerado pela *Carta da Terra*, porque temos muito que aprender a partir da busca iminente e conjunta por verdade e sabedoria.

A vida muitas vezes envolve tensões entre valores importantes. Isso pode significar escolhas difíceis. Porém, necessitamos encontrar caminhos para harmonizar a diversidade com a unidade, o exercício da liberdade com o bem comum, objetivos de curto prazo com metas de longo prazo. Todo indivíduo, família, organização e comunidade têm um papel vital a desempenhar. As artes, as ciências, as religiões, as instituições educativas, os meios de comunicação, as empresas, as organizações não governamentais e os governos são todos chamados a oferecer uma liderança criativa. A parceria entre governo, sociedade civil e empresas é essencial para uma governabilidade efetiva.

Para construir uma comunidade global sustentável, as nações do mundo devem renovar seu compromisso com as Nações Unidas, cumprir com suas obrigações respeitando os acordos internacionais existentes e apoiar a implementação dos princípios da *Carta da Terra* como um instrumento internacional legalmente unificador quanto ao ambiente e ao desenvolvimento.

Que o nosso tempo seja lembrado pelo despertar de uma nova reverência face à vida, pelo compromisso firme de alcançar a sustentabilidade, a intensificação da luta pela justiça e pela paz, e a alegre celebração da vida. (BRASIL, 2002b)

A *Carta da Terra* foi feita para ser entendida por qualquer cidadão do planeta. Você deve ter observado que o objetivo principal dela é expor que o planeta depende de nossas atitudes.

A informação e o entendimento do funcionamento integrado de todo o planeta são formas de buscar o respeito pela vida. Garantir a vida no planeta representa assegurar o direito que todas as espécies têm de viver pelos seus respectivos valores intrínsecos, e não por apresentarem alguma utilidade para a espécie humana.

Ampliando seus conhecimentos

A *Carta da Terra* e sua concepção global: uma breve cronologia

(HOSHI, 2012)

A preocupação sobre o meio ambiente teve como marco inicial, em verdade, após as consequências da Segunda Guerra Mundial, pois até então o homem ainda não tinha, de certo modo, uma consciência do poder letal de suas ações e do prejuízo que se podia causar ao meio, em decorrência das guerras perpetradas. Não apenas da guerra em si, mas, antes disso, por meio da fabricação de armas – tanto químicas como nucleares. As indústrias bélicas, para tentar alcançar uma produção satisfatória, pouco ou nada se preocupavam com os dejetos gerados por suas indústrias. Isso agravava o meio ambiente.

As Nações Unidas [...] passa então a ter como mote de preocupação as questões ecológicas. Nesse certame começam vários grupos organizados da sociedade civil a colocar no rol de discussões a questão ecológica. Antevendo, talvez, a situação, as Nações Unidas põem na pauta de discussões também as questões ecológicas – o meio ambiente.

[...]

Em 1982, por meio da Assembleia Geral das Nações Unidas, adota-se o documento intitulado *A Carta do Mundo para a Natureza*. Tal documento principia uma mudança tímida de compreensão sobre as questões ecológicas e sua imbricação com os fatores sociais e econômicos. Porém, ainda conserva

alguns resquícios de ordem, centrados em demasia no polo econômico. Contudo, pode-se dizer que essa carta seria a mola propulsora da *Carta da Terra*. A *Carta do Mundo para a Natureza* não trazia para o seu bojo ações de caráter ético-moral que a *Carta da Terra* expõe.

A Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, nascida por meio da XXXVIII sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas, em 1987 apresentou o relatório Nossa Futuro Comum para a Assembleia da ONU. Nesse relatório estava marcada a presença do desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente, ratificando que meio ambiente e desenvolvimento são inseparáveis.

A nova perspectiva advinda do relatório – também conhecido como Relatório Brundtland, pois a comissão fora chefiada por Gro Harlem Brundtland, ex-primeira ministra da Noruega – foram as interfaces conduzidas entre meio ambiente e demais pontos, como pobreza, urbanização, crescimento populacional etc. Definindo, portanto, desenvolvimento sustentável jungido aos pontos mencionados.

Já em 1992, a Conferência sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, também conhecida como *Fórum da Terra*, fez com que a *Carta da Terra* tivesse um desenvolvimento de seu conteúdo – concebido com maior destaque do que outrora. Todavia, a *Carta da Terra* não vingou e o que acabara por se desenvolver e realizar-se foi a Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. Essa situação inóspita não se deveu ao fato de não ter tido nenhum esboço para a carta, mas sim de que nenhum dos esboços fora aprovado.

[...]

Dessa conferência adveio a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável e jungidos a esta vieram outros conselhos, sendo o mais importante o Conselho para a Terra, pois dele derivaram a iniciativa para a *Carta da Terra* e a *Comissão para a Carta da Terra*. Era de fundo crucial desse conselho a redação da *Carta da Terra* – originada do consenso de todos os povos e vinculada à aprovação das Nações Unidas.

As atividades desse conselho se seguiram desde 1994, atravessando várias etapas de consultas. Poder-se-ia dizer que tinha a característica de um conselho itinerante. Em 1995 adveio a primeira conferência, realizada em Haia, e em 1997 constituiu-se a Comissão para a *Carta da Terra*. Por meio dessa comissão instituída, os trabalhos foram divididos em áreas continentais, assim expostas: África e Oriente Médio; Ásia e Pacífico; Europa; América Latina e Caribe; e América do Norte.

[...]

A criação dos comitês nacionais foi de suma importância para que todos pudessem participar e dar suas contribuições por meio de um processo dialético ao redor do mundo – praticamente em mais de 40 países. O primeiro esboço data de 1997, fomentado pelo Comitê Internacional – este fora constituído com a missão de promover uma elaboração concreta das várias proposições iniciais da *Carta da Terra*, com a finalidade de chegar a um texto final.

Em 1998 houve o Congresso Continental das Américas sobre a *Carta da Terra*, realizado em Cuiabá – Mato Grosso –, contando com representantes de 24 países dos comitês nacionais que foram instaurados. Esse congresso teve por objetivo juntar as contribuições do processo consultivo e dos movimentos pela *Carta da Terra*. Apontamentos e recomendações foram feitos para que o documento prosseguisse. Versões revisadas circularam durante 1998.

No segundo esboço, já em 1999, a finalidade era cruzar os dados com o primeiro esboço, para averiguar se havia convergência textual em relação aos valores dos povos e suas ânsias. Em 2000 publica-se a versão final com a seguinte estrutura: O texto inclui:

- a. *Preâmbulo* propondo uma visão, uma análise e um desafio à nossa situação mundial atual;
- b. quatro *Princípios Fundamentais* (estruturados) como títulos para as Partes I, II, III e IV;
- c. quatro *Princípios Gerais* iniciais, representando compromissos amplos, articulados na Parte I;

- d. doze ulteriores *Princípios Gerais*, articulados nas Partes II, III e IV, necessários para tornar efetivos os quatro amplos compromissos estabelecidos na Parte I;
- e. sessenta e um *Princípios de suporte*, derivados dos dezesseis Princípios Gerais, para dar-lhes uma direção concreta;
- f. uma Conclusão intitulada *Um novo início*.

HOSHI, S. S. C. A Carta da Terra e o princípio da integridade ecológica. *Veredas do Direito*, v. 9, n. 17, p. 33-36, jan./jun. 2012. Disponível em: <domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/download/253/204>. Acesso em: 5 mar. 2018.

Atividades

1. A partir da reflexão deste capítulo sobre a *Carta da Terra*, responda: quais são os problemas sociais, ambientais e econômicos existentes na sociedade em que você vive (escolha entre cidade ou bairro)?
2. Escolha um princípio que você considera mais importante e discorra sobre ele.
3. Discorra sobre possíveis métodos para aplicar o princípio na sociedade em que você vive. Anote os meios sugeridos.

Uma nova ética ambiental por meio da ecopedagogia

Em 1854, o presidente dos Estados Unidos da América, Franklin Pierce, conhecido pela comunidade indígena como *O Grande Chefe Branco*, em Washington, fez uma oferta por uma grande área de território dos nativos norte-americanos e prometeu construir “reserva” para essa população. A resposta do cacique Seattle, considerada uma das declarações mais profundas já feitas sobre o meio ambiente, foi a seguinte:

Como você pode comprar ou vender o céu, o calor da terra? A ideia é estranha para nós. Se nós não somos donos da frescura do ar e do brilho da água, como você pode comprá-los? Cada parte da Terra é sagrada para o meu povo. Cada pinha brilhante, cada praia de areia, cada névoa nas florestas escuras, cada inseto transparente, zumbindo, é sagrado na memória e na experiência de meu povo. *A energia que flui pelas árvores traz consigo a memória e a experiência do meu povo.* [...] (CARTA..., 2018b, grifos nossos)

13.1 Ecopedagogia

Depois da instituição da *Carta da Terra*, o ensino sobre a importância da natureza passou a ser fundamental no processo de conservação do ambiente. Como ferramenta de apoio para colocar a *Carta da Terra* em prática, uma nova corrente pedagógica foi desenvolvida: a *ecopedagogia*.

Essa nova pedagogia reforça a ideia de que o planeta Terra é um organismo vivo. De acordo com esse conceito, é por meio do ensino de que os seres vivos e o planeta dependem um do outro para coevoluírem e continuarem a existir que o ser humano conseguirá

desenvolver uma sociedade planetária, que tenha responsabilidade e comprometimento perante todas as formas de vida.

A ecopedagogia foi instituída para ser aplicada nas escolas e para ser praticada por todas as instituições e os indivíduos que pretendem mudar a maneira atual de o ser humano pensar e transformar o mundo.

13.2 Ecopedagogia e sociedade

O crescente número de seres humanos habitando a Terra, a crença de que os recursos naturais são infinitos e o padrão de consumo de muitas regiões do planeta, especialmente países mais ricos, tornam a natureza insustentável. A rapidez com que consumimos os recursos naturais é insustentável, pois o ambiente não consegue repor na mesma velocidade o que foi retirado.

Os conceitos de crescimento e desenvolvimento estão sendo revistos pela sociedade. Atualmente, empresas, governos e cidadãos concordam que é possível haver crescimento e desenvolvimento sem que exista necessariamente poluição. *Sustentabilidade e padrão de consumo* são termos que estão sendo colocados em discussão nos meios de comunicação e nas instituições de ensino.

Atualmente, os resíduos considerados lixo dispõem de grande quantidade de materiais que podem ser reciclados. Percebeu-se que o espaço seria o problema para essa quantidade de lixo que demora a se decompor, por isso desenvolveu-se uma maneira de aproveitar toda essa matéria-prima. Por meio da reciclagem, muitos materiais podem ser reaproveitados para fabricar novos objetos. A reciclagem aumentou sensivelmente nos últimos anos. Além disso, a taxa de consumo de água e de energia diminuiu, não em prol da natureza, mas pela economia de dinheiro. Seja qual for o motivo que promoveu a mudança no padrão de consumo da sociedade, esperamos que ela continue agindo para que o planeta caminhe para um futuro mais sustentável.

A participação das pessoas e das instituições no processo de produção e divulgação do conhecimento e outras áreas relacionadas é fundamental, pois o respeito à natureza pode ser incentivado por meio da mídia, literatura, cinema e teatro. Com a atuação dos educadores para a construção de um mundo ecologicamente melhor, a situação econômica e social também será melhorada.

13.3 Ecopedagogia: uma nova proposta

A inclusão da educação ambiental na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996), em consonância com a *Base nacional comum curricular* (BRASIL, 2018a), é uma porta que se abre para discutir o assunto em sala de aula.

Promover a mudança de comportamento de uma sociedade não é um processo fácil e levará muito tempo. O pontapé inicial já foi dado. Percebe-se que empresas que primeiramente não se preocupavam em jogar seus rejeitos sem tratamento no ambiente passaram a se preocupar em tratá-los, por isso, atualmente, além dessa preocupação, devemos levar em consideração todo o processo fabril da empresa (desde a matéria-prima até seu aproveitamento na reciclagem).

No setor educacional, a educação ambiental não deve ficar apenas na teoria. O que é ensinado sobre a importância da água, da energia, do solo, entre outros, deve ser praticado no dia a dia da criança, dos professores e demais funcionários da escola.

As políticas públicas precisam ser formatadas com base na participação de todos os setores da sociedade. Dessa maneira, elas atenderão às necessidades do povo.

13.4 Desafios para a ecopedagogia

O principal desafio em relação à forma como o ser humano se relaciona com o planeta é fazer com que ele mude sua maneira de pensar e agir na sociedade. A abordagem ecopedagógica propõe o

ensinamento de valores de família, cidadania e ambiente, na tentativa de construção de uma nova visão de mundo e de relacionamento da humanidade com a natureza. Os diversos movimentos, as correntes e organizações ambientalistas muitas vezes dão o alerta, propõem as ações, articulam soluções, porém o ser humano ainda tem muito a progredir e entender a importância e a necessidade de proteger a natureza e todas as suas formas de vida, para garantir sua própria sobrevivência em médio prazo na Terra.

A construção de uma visão consciente, e sobretudo cidadã, quanto à natureza é um trabalho que deve se utilizar de todos os meios, não só para difundir os ideais, valores e princípios que a sustentam, mas para fazer dos ambientes de convivência espaços de aprendizagem contínua. Esse é o desafio.

Ampliando seus conhecimentos

Carta da Ecopedagogia

(CARTA..., 2018a)

Em defesa de uma pedagogia da Terra.

1. Nossa Mãe Terra é um organismo vivo e em evolução. O que for feito a ela repercutirá em todos os seus filhos. Ela requer de nós uma consciência e uma cidadania planetárias, isto é, o reconhecimento de que somos parte da Terra e de que podemos perecer com a sua destruição ou podemos viver com ela em harmonia, participando do seu devir.
2. A mudança do paradigma economicista é condição necessária para estabelecer um desenvolvimento com justiça e equidade. Para ser sustentável, o desenvolvimento precisa ser economicamente factível, ecologicamente apropriado, socialmente justo, includente,

culturalmente equitativo, respeitoso e sem discriminação. O bem-estar não pode ser só social; deve ser também sócio-cósmico.

3. A sustentabilidade econômica e a preservação do meio ambiente dependem também de uma consciência ecológica e esta da educação. A sustentabilidade deve ser um princípio interdisciplinar reorientador da educação, do planejamento escolar, dos sistemas de ensino e dos projetos político-pedagógicos da escola. Os objetivos e conteúdos curriculares devem ser significativos para o(a) educando(a) e para a saúde do planeta.
4. A ecopedagogia, fundada na consciência de que pertencemos a uma única comunidade da vida, desenvolve a solidariedade e a cidadania planetárias. A cidadania planetária supõe o reconhecimento e a prática da planetariedade, isto é, tratar o planeta como um ser vivo e inteligente. A planetariedade deve levar-nos a sentir e viver nossa cotidianidade em conexão com o universo e em relação harmônica consigo, com os outros seres do planeta e com a natureza, considerando seus elementos e dinâmica. Trata-se de uma opção de vida por uma relação saudável e equilibrada com o contexto, consigo mesmo, com os outros, com o ambiente mais próximo e com os demais ambientes.
5. A partir da problemática ambiental vivida cotidianamente pelas pessoas nos grupos e espaços de convivência e na busca humana da felicidade, processa-se a consciência ecológica e opera-se a mudança de mentalidade. A vida cotidiana é o lugar do sentido da pedagogia pois a condição humana passa inexoravelmente por ela. A ecopedagogia implica numa mudança radical de mentalidade em relação à qualidade de vida e ao meio ambiente, que está diretamente ligada ao tipo de convivência que mantemos com nós mesmos, com os outros e com a natureza.
6. A ecopedagogia não se dirige apenas aos educadores, mas a todos os cidadãos do planeta. Ela está ligada ao projeto utópico de mudança nas relações humanas,

sociais e ambientais, promovendo a educação sustentável (ecoeducação) e ambiental com base no pensamento crítico e inovador, em seus modos formal, não formal e informal, tendo como propósito a formação de cidadãos com consciência local e planetária que valorizem a autodeterminação dos povos e a soberania das nações.

7. As exigências da sociedade planetária devem ser trabalhadas pedagogicamente a partir da vida cotidiana, da subjetividade, isto é, a partir das necessidades e interesses das pessoas. Educar para a cidadania planetária supõe o desenvolvimento de novas capacidades, tais como: sentir, intuir, vibrar emocionalmente; imaginar, inventar, criar e recriar; relacionar e interconectar-se, auto-organizar-se; informar-se, comunicar-se, expressar-se; localizar, processar e utilizar a imensa informação da aldeia global; buscar causas e prever consequências; criticar, avaliar, sistematizar e tomar decisões. Essas capacidades devem levar as pessoas a pensar e agir processualmente, em totalidade e transdisciplinarmente.
8. A ecopedagogia tem por finalidade reeducar o olhar das pessoas, isto é, desenvolver a atitude de observar e evitar a presença de agressões ao meio ambiente e aos viventes e o desperdício, a poluição sonora, visual, a poluição da água e do ar etc. para intervir no mundo no sentido de reeducar o habitante do planeta e reverter a cultura do descartável. Experiências cotidianas aparentemente insignificantes, como uma corrente de ar, um sopro de respiração, a água da manhã na face, fundamentam as relações consigo mesmo e com o mundo. A tomada de consciência dessa realidade é profundamente formadora. O meio ambiente forma tanto quanto ele é formado ou deformado. Precisamos de uma ecoformação para recuperarmos a consciência dessas experiências cotidianas. Na ânsia de dominar o mundo, elas correm o risco de desaparecer do nosso campo de consciência, se a relação que nos liga a ele for apenas uma relação de uso.

9. Uma educação para a cidadania planetária tem por finalidade a construção de uma cultura da sustentabilidade, isto é, uma biocultura, uma cultura da vida, da convivência harmônica entre os seres humanos e entre estes e a natureza. A cultura da sustentabilidade deve nos levar a saber selecionar o que é realmente sustentável em nossas vidas, em contato com a vida dos outros. Só assim seremos cúmplices nos processos de promoção da vida e caminharemos com sentido. Caminhar com sentido significa dar sentido ao que fazemos, compartilhar sentidos, impregnar de sentido as práticas da vida cotidiana e compreender o sem sentido de muitas outras práticas que aberta ou solapadamente tratam de impor-se e sobrepor-se a nossas vidas cotidianamente.
10. A ecopedagogia propõe uma nova forma de governabilidade diante da ingovernabilidade do gigantismo dos sistemas de ensino, propondo a descentralização e uma racionalidade baseadas na ação comunicativa, na gestão democrática, na autonomia, na participação, na ética e na diversidade cultural. Entendida dessa forma, a ecopedagogia se apresenta como uma nova pedagogia dos direitos que associa direitos humanos – econômicos, culturais, políticos e ambientais – e direitos planetários, impulsionando o resgate da cultura e da sabedoria popular. Ela desenvolve a capacidade de deslumbramento e de reverênciia diante da complexidade do mundo e a vinculação amorosa com a Terra.

CARTA da ecopedagogia. Disponível em: <www.uel.br/grupo-estudo/geeep/pages/.../CARTA%20DA%20ECOPEDAGOGIA.doc>. Acesso em: 5 mar. 2018a.

Atividade

1. Desenvolva uma proposta de ensino baseada na ecopedagogia e ações para implementá-la. Não se esqueça de indicar o público-alvo.

Antropocentrismo e uso dos recursos naturais

A filosofia (do grego *philos* – amigo de, afim de, amante de, que gosta de; *sophia* – saber, conhecimento, ciência) pode ser entendida como um conjunto de conceitos, práticos ou teóricos, sobre os seres vivos, sobre a humanidade e sobre suas respectivas inter-relações com as forças naturais. Propõe uma atitude reflexiva, crítica ou especulativa sobre o saber racional. Pode também ser entendida como um sistema de princípios que determinam uma certa ordem de conhecimentos.

Nomes como Sócrates e Pitágoras representam o início do pensamento filosófico, do papel do ser humano no planeta e de suas relações com a natureza. Outros nomes, como Platão e Aristóteles, consideram a espécie humana como superior às demais espécies, pois o ser humano é visto como fonte de conhecimento, de sabedoria e sagacidade. Esse pensamento permeia diferentes abordagens filosóficas da natureza humana, razão pela qual a humanidade é separada da natureza.

A doutrina do antropocentrismo coloca o ser humano como centro do universo e ensina que tudo foi criado por Deus para atender às suas necessidades. Diante disso, a humanidade, com seu “poder divino”, legitimou suas ações contra a natureza. O antropocentrismo também coloca o homem como detentor de grande força, capaz de construir e ordenar o mundo no âmbito social, político e ambiental.

Em contrapartida, tem-se o biocentrismo, que reconhece os direitos intrínsecos à própria natureza, inspirando a ética do equilíbrio, colocando todos os seres vivos em pé de igualdade. O biocentrismo defende que, se o ser humano tem direito de sobreviver, assim também têm os outros seres vivos.

14.1 A evolução do homem

O ser humano, como o conhecemos na atualidade, difere de seus ancestrais pelo tamanho do encéfalo e maxilar e pela postura bípede, sendo que os hábitos tribal e predador ainda prevalecem. O *Homo sapiens sapiens* provavelmente surgiu há cerca de 200 mil anos, sendo seu ancestral mais próximo o *Homo erectus*, que saiu da África há mais de 1,5 milhão de anos.

Há duas explicações possíveis para o surgimento da espécie humana atual: a primeira defende que o *Homo sapiens* derivou do *Homo erectus* na África e só depois se espalhou pelo planeta; a segunda hipótese é a de que o *Homo erectus*, pressionado pela seleção natural, derivou para formas similares ao *Homo sapiens* em diferentes partes do planeta, mais ou menos simultaneamente. Pela análise de DNA mitocondrial realizada nos últimos tempos, a teoria multir-regional é a mais adequada. Essa análise é utilizada porque o DNA mitocondrial é herdado apenas da mãe e tem uma taxa de mutação regular, permitindo utilizá-lo como um relógio molecular no estudo da evolução da espécie.

O período em que o homem vive é dividido por alguns historiadores em Pré-História (do surgimento do homem até o aparecimento da escrita, cerca de 4000 a.C.) e História. A Pré-História compreende duas épocas:

1. Paleolítico ou Idade da Pedra Lascada (de 600000 até 10000 a.C.)

O ser humano utiliza lasca de ossos ou pedras para matar suas caças e coletar frutos e raízes. O primeiro *Homo sapiens*, o homem de Neandertal (*Homo sapiens neanderthalensis*), já conhecia o fogo e utilizava linguagem articulada para se comunicar. Entre 40000 a 18000 a.C., surge o homem de Cro-Magnon, *Homo sapiens sapiens*, mais alto que o Neandertal e com a testa mais desenvolvida; produzia seus próprios

instrumentos, como facas de lâmina de sílex (pedra bastante resistente) e o arco e flecha.

O homem de Cro-Magnon tinha um nível cultural mais elevado do que o homem de Neandertal, pois cultuava os mortos, depositando alimentos, adornos, utensílios e armas ao redor deles. Quando o *Homo sapiens sapiens* e o *Homo sapiens neanderthalensis* entraram em contato, houve conflitos nos quais o *Homo sapiens sapiens* quase sempre vencia. Em razão da redução drástica do número de indivíduos da subespécie *Homo sapiens neanderthalensis*, esta extinguiu-se cerca de 27 mil anos atrás.

2. Neolítico ou Idade da Pedra Polida

Na transição do Paleolítico para o Neolítico (entre 15000 a 10000 anos a.C.), com o fim da Era Glacial, a Terra começou a ficar mais parecida com o que ela é na atualidade. Tendo condições mais favoráveis à sua sobrevivência, o ser humano foi abandonando a vida de caçador e coletor e começou a cultivar cereais e a domesticar animais (diz-se que a domesticação começou quando os caçadores traziam os filhotes dos animais abatidos para seus filhos). Nessa época, a humanidade vivia em sociedades e produzia seu alimento, inventou a cerâmica e usava o barro para construir moradias. No fim dessa época, o homem passou a utilizar metais como o cobre, facilmente trabalhados a frio, para fazer suas ferramentas. É nessa época também que surgem os primeiros registros escritos no Egito.

Com o progresso cultural do ser humano, ele dominou todos os tipos de territórios do planeta, deixando um rastro de extinções por onde passava¹. Suas técnicas de caça e o constante aumento de indivíduos da espécie fizeram elevar a demanda por alimento. Com o desenvolvimento de suas múltiplas habilidades, o *Homo sapiens sapiens* modifica o ambiente em que vive, transforma a paisagem ao seu redor e utiliza a água, o solo e o fogo de maneira indiscriminada.

1 Para saber mais, ver a obra de Fernandez (2004).

A espécie humana foi capaz de muitas coisas para sobreviver, promovendo impactos ambientais que podem ser irreversíveis, por exemplo a extinção de espécies, poluição, alterações climáticas, grandes áreas de monoculturas, o crescimento desordenado de cidades e o pior: a população não para de crescer. Com um número cada vez maior de seres humanos vivendo no planeta, os recursos de solo, água e ar ficam escassos para a maioria deles.

14.2 A mudança de pensamento

Nossa capacidade de raciocínio e entendimento dos fenômenos do planeta nos trouxe a um nível de consciência que não nos permite tratar o ambiente de modo tão displicente, ora como uma fonte inesgotável de recursos, ora como um depósito infundível de descartes e resíduos da atividade humana. Atualmente, a população está mais preocupada com o futuro. Tanto por razões antropocêntricas quanto biocêntricas, uma nova linha de ações e pensamentos está se formando.

O desenvolvimento de uma nova postura diante do ambiente caracteriza a revolução natural, que se contrapõe à Revolução Industrial. Considerar a água, os minerais, o solo, o ar e as espécies como recursos ou como um patrimônio é uma questão de opção. Pense a respeito!

Ampliando seus conhecimentos

Seu parente cantando na janela: algumas considerações sobre filosofia das relações homem-natureza

(FERNANDEZ, 2004)

“Proibida a entrada de animais.” (frase muito frequente em cartazes de lojas, repartições públicas e prédios residenciais).

Bem-vindo [...], caro companheiro da espécie *Pan sapiens*. Caso você, caro leitor, tenha estranhado o tratamento, deixe-me recordá-lo que *Pan* é o gênero ao qual pertencem os chimpanzés, dos quais os zoólogos reconhecem duas espécies (*Pan troglodytes*, o chimpanzé comum, e *Pan paniscus*, o chimpanzé pigmeu ou bonobo). Estudos genéticos recentes, entretanto, têm mostrado que 98,4% dos genes humanos são idênticos aos genes dos chimpanzés. A diferença genética entre nós e os chimpanzés, portanto, é de apenas 1,6%, um valor menor que o existente entre muitas espécies que são normalmente colocadas em um mesmo gênero. Por exemplo, as duas espécies de gibão (gênero *Hylobates*) diferem em 2,2% dos seus genes. Há várias diferenças morfológicas superficiais entre homens e chimpanzés, causadas pelos tais 1,6%, mas as similaridades são muito maiores e mais profundas. Por exemplo, a hemoglobina, o principal pigmento que carrega oxigênio no sangue, é uma molécula complexa com 287 unidades – todas elas idênticas em homens e chimpanzés. Refletindo sobre essa evidência, Jared Diamond escreveu: “só mesmo um taxonomista da espécie humana seria capaz de colocar a espécie *Homo sapiens* em um gênero diferente de *Pan*”.

Para a maioria de nós, essa extrema semelhança com nossos parentes mais próximos deve parecer no mínimo um pouco chocante. [...]

Como bem lembrava o professor de poesia, interpretado por Robin Williams em *A Sociedade dos Poetas Mortos*, ver o mundo sob uma nova perspectiva é sempre interessante. Mas [...] quero argumentar que a mudança de perspectiva defendida acima é muito mais que um exercício interessante, pois a visão errônea que temos de nós mesmos é uma das maiores causas não só da crise ecológica, como da própria crise de valores no mundo atual. [...]

Então, voltemos com novos olhos àquela clássica questão “por que estamos aqui?”. Muitos neurônios e muita tinta ainda são gastos com essa pergunta, que já deixou de ser filosófica. O nosso *como* é o nosso *porquê*. Kozlovsky não tem receio de chegar à conclusão óbvia: “nós sabemos hoje que o processo evolutivo não tem direção, nem esquema geral, nem objetivo

final. O mundo vivo não está indo para lugar nenhum. [...] evolução não tem nenhum propósito. Nem temos nós."

Se em pleno século XXI essa constatação pode ainda ser perturbadora para alguns, isso nos faz perceber melhor o que Simpson queria dizer em seu comentário [...]. O fato de que a evolução não teve, em nenhum momento, o objetivo de levar até nós, dói em nossa arrogância antropocêntrica. Necessitamos de uma explicação confortável, imploramos por ela. Era tão melhor pensar que todo o Universo girava em torno de nós e, no entanto, tivemos que engolir Copérnico. Como consolo, nos restou que pelo menos a evolução neste planetinha de terceira classe na periferia de uma galáxia comum se destinava a produzir seres tão perfeitos como nós, e até hoje nossa cultura cotidiana é razoavelmente bem-sucedida em sua recusa em engolir Darwin.

FERNANDEZ, F. *O poema imperfeito: crônicas de biologia, conservação da natureza e seus heróis*. 2. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

Atividades

1. Defina antropocentrismo e biocentrismo.
2. Faça uma pesquisa em *sites*, livros, artigos e revistas sobre situações que ilustrem cada uma das tendências filosóficas citadas na questão anterior. Podem servir discursos, entrevisas, palestras, materiais institucionais diversos, entre outros.
3. Faça uma síntese do que você encontrou.
4. Com qual das duas correntes filosóficas você se identifica?
Por quais razões?

Gabarito

1. A questão ambiental no planeta Terra

1. Resposta pessoal. A sua análise deve conter:
 - a necessidade de bens;
 - o crescimento da humanidade atual (seu ritmo e os fatores que levaram a esse crescimento);
 - os recursos naturais necessários para suprir as demandas da sociedade.
2. A principal diferença está na grande quantidade de matéria-prima e de recursos que o ser humano atual necessita, se comparado ao homem primitivo. Porém, desde a Pré-História a humanidade vem consumindo os bens naturais em um ritmo cada vez maior.
3. As necessidades do ser humano atual são maiores e, para supri-las, cada vez mais são consumidas matérias-primas da natureza. Pode-se afirmar que o impacto ambiental sempre existiu, porém atualmente é muito maior. Viver como o ser humano pré-histórico implicaria em abdicar das comodidades que a tecnologia trouxe para a modernidade.

2. Recursos hídricos e cidadania I

1 e 2. Respostas pessoais. Faça uma estimativa sobre quanto tempo as torneiras e os chuveiros ficam ligados na sua casa ao longo de um dia e multiplique os resultados por 30, para ter um valor médio mensal. De acordo com essa estimativa, você poderá verificar quais pontos podem ser utilizados para economizar água.

3. Analise a cadeia produtiva em sua totalidade, desde o cultivo (e irrigação) do algodão até o uso de água como solvente para pigmentação do tecido. Lembre-se de que o dado apresentado na tabela do capítulo é um valor médio.

3. Recursos hídricos e cidadania II

1. Resposta pessoal. Para construir sua resposta, utilize as informações da Agência Nacional de Águas que estão disponíveis em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/divisoes-hidrograficas>>. Acesso em: 6 mar. 2018.
2. Resposta pessoal. A construção da resposta depende da cidade em que você vive. Para isso, analise a presença de poluidores locais e qual é a influência deles sobre os rios da região.
3. Resposta pessoal. A coleta de esgoto é de responsabilidade da companhia estadual de águas e esgotos. Por isso, uma consulta na página dela pode trazer as informações para responder essa questão. Utilize o conteúdo trazido no capítulo para construir o programa de recursos hídricos.

4. Recursos sólidos e cidadania I

Respostas pessoais. Para construir as respostas a essas questões, pesquise seu próprio comportamento. Perceba que há diferenças entre os resíduos produzidos por grupos familiares específicos: pessoas solteiras, famílias com filhos pequenos e famílias com filhos adultos têm composições variadas de lixo. Assim, uma sugestão é preparar-se antecipadamente para essa atividade. Compare o lixo produzido diariamente e observe que, mesmo nos fins de semana, a composição do lixo varia.

5. Recursos sólidos e cidadania II

1. Resposta pessoal. Utilize o conteúdo do capítulo e construa uma análise de acordo com seu comportamento pessoal. Verifique quais são as atitudes a serem tomadas para melhorar os hábitos de consumo.
2. Resposta pessoal. Se for possível, essa atividade pode ser desenvolvida coletivamente, para que diferentes visões colaborem para uma resposta mais ampla.

6. O uso do solo

1. Resposta pessoal. Não se pode negar que houve um aumento da produtividade que, em muitos casos, consegue resolver o problema da fome em alguns países, porém esse desenvolvimento não chega a todos e tem um preço elevado sobre a qualidade alimentar. Assim, use as informações do capítulo e construa sua resposta.
2. Resposta pessoal. Faça uma análise das informações trazidas no capítulo para apontar as vantagens que cada técnica possui. Embora a questão não cobre isso, reflita que o uso do solo também possui desvantagens.

7. Efeito estufa

1. Os principais gases que contribuem para o efeito estufa são o gás carbônico (CO_2), proveniente da queima de combustíveis; e o metano (CH_4), originado do cultivo de arroz inundado, da pecuária, entre outros.

2. Resposta pessoal. Em geral, as atitudes que estão mais acessíveis a nós são aquelas relacionadas à redução, por exemplo do consumo de combustíveis fósseis e o uso de fontes de energias renováveis, como solar e eólica.
3. Resposta pessoal.

8. A camada de ozônio

1. A camada de ozônio se localiza entre 20 e 30 km de altitude e possui uma espessura de cerca de 15 km. É formada por vários gases, sendo o oxigênio e o ozônio os responsáveis por filtrar a radiação ultravioleta que chega à Terra. O gás oxigênio absorve essa radiação para formar o gás ozônio.
2. Os dois principais problemas são o câncer de pele e a catarata nos animais, mas há também problemas relacionados ao impedimento da fotossíntese em plantas e no fitoplâncton.
3. Além do uso de protetor solar, sugere-se a utilização de óculos de sol para evitar doenças oculares.
4. Evitar o consumo de produtos que contenham CFC e fazer uso da educação ambiental, uma das melhores ferramentas para prevenir os problemas causados pelo buraco na camada de ozônio.

9. A hipótese Gaia

1. Resposta pessoal. A interpretação da hipótese Gaia nos permite traçar os pontos positivos e negativos. Assim, como sugestão, compare as informações e construa coletivamente uma resposta para essa questão.

2. Resposta pessoal. Diferente de uma teoria, que explica resultados experimentais, hipóteses são apenas ideias prévias para buscar uma tese.

10. Matrizes energéticas

1. Resposta pessoal. Para iniciar a pesquisa, pode-se utilizar o atlas da energia elétrica da Agência Nacional de Energia Elétrica, disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/Pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2018.
2. Resposta pessoal. Utilize as fontes apontadas na resposta 1 para discutir quais são seus impactos.
3. Resposta pessoal.

11. Avaliação de impactos ambientais

1. Resposta pessoal. Após a escolha do local a ser visitado, utilize as informações do Quadro 1 deste capítulo para construir sua resposta.

12. A Carta da Terra

1, 2 e 3. Respostas pessoais. Para construção da sua resposta, você deverá observar o local em que vive e as políticas públicas voltadas à questão ambiental. Para isso, consulte a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, para trazer mais dados à discussão.

13. Uma nova ética ambiental por meio da ecopedagogia

1. Resposta pessoal. Lembre-se de que os princípios da ecopedagogia são essenciais.

14. Antropocentrismo e uso dos recursos naturais

1, 2, 3 e 4. Respostas pessoais. A construção das respostas dependerá das interpretações dos dados constantes no livro. Inicie com a interpretação dos prefixos: *antropos* = refere-se ao ser humano e *bios* = refere-se à vida.

Referências

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*: 2016. São Paulo: Abrelpe, 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

ACIESP – Academia de Ciências do Estado de São Paulo. *Glossário de ecologia*. 2. ed. São Paulo: ACIESP, 1997.

ÁGUA. In: RICARDO, B.; CAMPANILI, M (Ed.). *Almanaque Brasil socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

AIDAR, F. A. Energia eólica. In: ORTIZ, L. S. (Org.). *Fontes alternativas de energia e eficiência energética: opção para uma política energética sustentável no Brasil*. Campo Grande: Coalizão Rios Vivos, 2002. p. 208.

ARNT, R. Energia nuclear. In: RICARDO, B.; CAMPANILI, M (Ed.). *Almanaque Brasil socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. p. 351. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

AUMONT, J. *A imagem*. Tradução de Estela dos Santos Abreu e Claudio C. Santoro. Campinas: Papirus, 2002. (Coleção Ofício de Arte e Forma).

BAYLOS, Francisco-Javier Sotil. *Esquemas de filosofia zubiriana: introdução à filosofia*. Disponível em: <www.zubiri.org/outlines_syllabi/introdu%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.

BESEN, G. R. Lixo. In: RICARDO, B.; CAMPANILI, M (Ed.). *Almanaque Brasil socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. p. 398-405. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n. 1, de 23 de janeiro de 1986. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>.

gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n. 9, de 3 de dezembro de 1987. *Diário Oficial da União*, 5 jul. 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=60>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Constituição (1988). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/douconstituicao88.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, Brasília, DF, 9 jan. 1997a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n. 237, de 19 de dezembro de 1997. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 dez. 1997b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, 28 abr. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Lei n. 9.974, de 6 de junho de 2000. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, 7 jun. 2000a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9974.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, Brasília, DF, 18 jul. 2000b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm>. Acesso em: 5 dez. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 275, de 25 de abril de 2001. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 jun. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, 8 jan. 2002a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074compilado.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Agenda 21. *Carta da Terra*. Brasília, DF, 2002b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/folder_carta_da_terra.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa. *Fontes agrícolas de óxido nitroso (N_2O)*. Solos Agrícolas. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=agrog:::87>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- _____. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. *Diário Oficial da União*, Poder Legislativo, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base nacional comum curricular: ensino fundamental*. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_19mar2018_versaofinal.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018a.
- _____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnósticos dos serviços de água e esgotos – 2016*. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>>. Acesso em: 10 abr. 2018b.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em: 5 mar. 2018c.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. *Agenda 21*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em: 5 mar. 2018d.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. *Reciclagem*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informmma/item/7656-reciclagem>>. Acesso em: 5 mar. 2018e.
- BROWN, L. *Eco-economia: uma nova economia para a Terra*. Salvador: UMA, 2003.
- CAMADAS da atmosfera. *Meteorologia*, 28 jan. 2000. Disponível em: <members.tripod.com/meteorologia/camadas.html>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- CAPELAS JÚNIOR, A. O azul da Terra. *Revista Superinteressante*, 31 maio. 2001. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/o-azul-da-terra>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- CARTA da ecopedagogia. Disponível em: <www.uel.br/grupo-estudo/geeep/pages/.../CARTA%20DA%20ECOPEDAGOGIA.doc>. Acesso em: 5 mar. 2018a.

CARTA do Chefe Seattle. *Cultura Brasil*. Disponível em: <<http://www.cultura.brasil.org/seattle1.htm>>. Acesso em: 5 mar. 2018b.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Material reciclável. *Cempre Informa*, n. 154, jul./ago. 2017. Disponível em: <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/105/preco-dos-materiais-reciclaveis>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. *Ciclosoft 2016*: radiografando a coleta seletiva. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>>. Acesso em: 5 mar. 2018a.

_____. *Plásticos*. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/4/plasticos>>. Acesso em: 5 mar. 2018b.

CONTROLE biológico. *Planeta orgânico*. Disponível em: <<http://planetaorganico.com.br/site/index.php/controle-biologico/>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

CORSON, Walter H. (Ed.). *Manual global de ecologia*: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. Tradução de Alexandre Gomes Camarú. São Paulo: Augustus, 1993.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. *Lixo municipal*: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: IPT/Cempre, 2000.

DECLARAÇÃO Universal dos Direitos da Água. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

DIAS, M. C. O. (Coord.). *Manual de impactos ambientais*: orientações sobre aspectos ambientais de atividades produtivas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia e meio ambiente*. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 123-194.

FERNANDEZ, F. *O poema imperfeito*: crônicas de biologia, conservação da natureza e seus heróis. 2. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

_____. Aprendendo a lição de Chaco Canyon: do “desenvolvimento sustentável” a uma vida sustentável. *Reflexão*, n. 15, ago. 2005.

FILARD, M. F.; SOUZA, M. C. F. Crise hídrica no século XXI: legislação e políticas públicas para um novo modelo de gestão sustentável. *Ponto de Vista Jurídico*, v. 6, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uniarp.edu.br/juridico/article/view/1184>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

- FLORES, A. V. et al. Organoclorados: um problema de saúde pública. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, n. 2, jul./dez., p. 111-125, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24690.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- GOLDEMBERG, J. Um novo impulso para recuperar matas ciliares. *Revista Terra da Gente*, Campinas, v. 1, n. 7, p. 82, 2004.
- HOSHI, S. S. C. A Carta da Terra e o princípio da integridade ecológica. *Veredas do Direito*, v. 9, n. 17, p. 33-36, jan./jun. 2012. Disponível em: <domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/download/253/204>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Coordenação de Geografia. *Indicadores de desenvolvimento sustentável*: Brasil – 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. *O processo de destinação de embalagens vazias de defensivos agrícolas*. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/downloads/fluxo-do-sistema/fluxo_do_sistema_de_destinacao_final_de_embalagens_vazias.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- JOHN, L. Dedo de prosa. *Revista Terra da Gente*, Campinas, n. 4, p. 5, 2004.
- KRUPA, S. V. Global climate change: processes and products – an overview. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 46, n. 1, p. 73-88, jun. 1997. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1005744103861>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- LINO, C. F.; DIAS, H. *Águas e florestas da Mata Atlântica*: por uma gestão integrada. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2003.
- MACHADO, F. B. et al. *Enciclopédia multimídia de minerais e atlas de rochas*. Disponível em: <www.rc.unesp.br/museudpm>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- MACHADO, P. A. L. In: FIO da teia. Conservação. *Revista Terra da Gente*, n. 5, 2004.
- MOREIRA, L. F. *Agricultura orgânica*: uma alternativa viável. Belo Horizonte: Emater, 2003.
- NASA – National Aeronautics and Space Administration. *NASA confirms 1990 ozone hole equaled previous lowest*. 22 fev. 1991. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/home/hqnews/1991/91-032.txt>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

- NASS, D. P.; FRANCISCO, R. H. P. Fim dos doze poluentes orgânicos. *Revista Eletrônica de Ciências*, n. 5, mar. 2002.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1988.
- OLIVEIRA, S. H. F. *Geração distribuída de eletricidade: a inserção de edificações fotovoltaicas conectadas à rede no estado de São Paulo*. 205 f. Tese (Doutorado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/lsf/sites/default/files/Doutorado_Sergio_Ferreira_Oliveira.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- OMS – Organização Mundial da Saúde. Ceguera y descapacidad visual. Nota descriptiva. *Organização Mundial da Saúde*, out. 2017. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- ONU – Organização das Nações Unidas. 4,5 bilhões de pessoas não dispõem de saneamento seguro no mundo. *ONU Brasil*, 13 jul. 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-45-bilhoes-de-pessoas-nao-dispoem-de-saneamento-seguro-no-mundo>>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- _____. *A ONU e o meio ambiente*. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 5 mar. 2018a.
- _____. *O que muda com o Acordo de Paris sobre a ação climática*. Disponível em: <<https://www.unric.org/pt/actualidade/32116-o-que-muda-com-o-acordo-de-paris-sobre-acao-climatica>>. Acesso em: 5 mar. 2018b.
- ORTIZ, L. S. (Org.). *Fontes energéticas de energia e eficiência energética: opção para uma política energética sustentável no Brasil*. Campo Grande: Fundação Heinrich Böll/Coalizão Rios Vivos, 2002. p. 208.
- PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 116-118.
- PEGORIN, F. A Terra pede água. *Revista Horizonte Geográfico*, São Paulo, n. 85, p. 41-47, 2003.
- PENA, R. F. A. Atividade que mais consomem água. *Brasil Escola*. Disponível em: <<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/atividades-que-mais-consomem-agua.htm>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites. *Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 56-69, jan./mar. 1992. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewFile/8812/7568>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F; EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996.
- _____. *Biology of plants*. 6. ed. Nova York: W.H. Freeman and Company/Worth Publishers, 1999.
- RIBEIRO, L. C. S. et al. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável no Rio de Janeiro. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 191-214, jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/neco/v24n1/0103-6351-neco-24-01-0191.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- RIBEIRO, W. C. Aquífero Guarani: gestão compartilhada e soberania. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 22, n. 64, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n64/a14v2264.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- RICARDO, B.; CAMPANILI, M (Ed.). *Almanaque Brasil socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- RISCOS na Aplicação de Agrotóxicos. Disponível em: <www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/agrotx.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- ROCHA, A. A.; BRANCO, S. M. A eutrofização e suas implicações na ciclagem de nutrientes. *Acta Limnologica Brasiliensis*, São Carlos, v. 1, p. 201, 1986.
- ROCHA, J. S. M.; DILL, P. R. J. *Cartilha ambiental*. Santa Maria: Pallotti, 2001.
- SANTILLI, M. Mudança climática. In: RICARDO, B.; CAMPANILI, M (Ed.). *Almanaque Brasil socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. p. 358-365. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.
- SILVA JARDIM, N. et al. (Org.). *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT/Cempre, 1995.
- SILVA, G. A. Indústria. In: RICARDO, B.; CAMPANILI, M (Ed.). *Almanaque Brasil socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. p. 315-317. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Estudos Avançados*, v. 27, n. 77, p. 99-115, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n77/v27n77a08.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

SOARES, F. R.; MIYAMARU, E. S.; MARTINS, G. Desempenho ambiental da destinação e do tratamento de resíduos sólidos urbanos com reaproveitamento energético por meio da avaliação do ciclo de vida na Central de Tratamento de Resíduos – Caeiras. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 993-1003, set./out. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-22-05-00993.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. Santa Maria. *Ciência Rural*, v. 35, n. 3, maio/jun. 2005.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 249-289.

TAVARES, M. L; EL-HANI, C. N. Um olhar epistemológico sobre a transposição didática da Teoria Gaia. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 6, n. 3, mar. 2002. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n3/v6_n3_a4.htm>. Acesso em: 5 mar. 2018.

VERDUM, R.; MEDEIROS, R. M. V. *RIMA: Relatório de Impacto Ambiental – legislação, elaboração e resultados*. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

WHO – World Health Organização. *Progress on drinking water*: 2017. Genebra, 2017. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/258617/1/9789241512893-eng.pdf?ua=1>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

WORLD BANK. *CO2 emissions (metric tons per capita)*. Data. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

_____. *What a waste: a global review of solid waste management*. Washington, 2012. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2018.

YU, C. M. Caracterização e tipologia dos projetos de sequestro de carbono no Brasil. In: SANQUETA, C. R. et al. (Ed.). *As Florestas e o Carbono*. Curitiba: [s.n.], 2002. p. 59-87.



Código Logístico



57282

Fundação Biblioteca Nacional
ISBN 978-85-387-6416-8



9 788538 764168