

Ligia Cristina Gonçalves de Siqueira



# Ciências do Ambiente

Adaptada/Revisada por Salete Regina Vicentini (junho/2012)

# APRESENTAÇÃO

É com satisfação que a Unisa Digital oferece a você, aluno(a), esta apostila de *Ciências do Ambiente*, parte integrante de um conjunto de materiais de pesquisa voltado ao aprendizado dinâmico e autônomo que a educação a distância exige. O principal objetivo desta apostila é propiciar aos(as) alunos(as) uma apresentação do conteúdo básico da disciplina.

A Unisa Digital oferece outras formas de solidificar seu aprendizado, por meio de recursos multidisciplinares, como *chats*, fóruns, aulas *web*, material de apoio e *e-mail*.

Para enriquecer o seu aprendizado, você ainda pode contar com a Biblioteca Virtual: [www.unisa.br](http://www.unisa.br), a Biblioteca Central da Unisa, juntamente às bibliotecas setoriais, que fornecem acervo digital e impresso, bem como acesso a redes de informação e documentação.

Nesse contexto, os recursos disponíveis e necessários para apoiá-lo(a) no seu estudo são o suplemento que a Unisa Digital oferece, tornando seu aprendizado eficiente e prazeroso, concorrendo para uma formação completa, na qual o conteúdo aprendido influencia sua vida profissional e pessoal.

A Unisa Digital é assim para você: Universidade a qualquer hora e em qualquer lugar!

**Unisa Digital**

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>1 NOÇÕES GERAIS SOBRE ECOLOGIA E ECOSSISTEMA.....</b>	<b>7</b>
1.1 Engenharia e Meio Ambiente.....	7
1.2 Biosfera: Definição, Divisões e Unidades.....	9
1.3 Definição de Ecologia.....	10
1.4 Conceito de Ecossistema.....	13
1.5 Resumo do Capítulo.....	15
1.6 Atividades Propostas.....	15
<b>2 CICLOS BIOGEOQUÍMICOS.....</b>	<b>17</b>
2.1 Conceitos Básicos.....	17
2.2 Características dos Ciclos Biogeoquímicos.....	17
2.3 Principais Ciclos Biogeoquímicos.....	18
2.4 Processos Acíclicos.....	21
2.5 Resumo do Capítulo.....	22
2.6 Atividades Propostas.....	22
<b>3 CONCEITO DE MEIO AMBIENTE.....</b>	<b>23</b>
3.1 Desequilíbrio Ambiental.....	24
3.2 Resumo do Capítulo.....	27
3.3 Atividades Propostas.....	27
<b>4 MEIO: AR - COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES E USOS.....</b>	<b>29</b>
4.1 Divisão da Atmosfera.....	29
4.2 Estrutura da Atmosfera.....	30
4.3 Composição Estimada do Ar Atmosférico.....	30
4.4 Algumas Características e Propriedades do Ar.....	31
4.5 Usos do Ar.....	32
4.6 Resumo do Capítulo.....	36
4.7 Atividades Propostas.....	36
<b>5 MEIO: SOLO - COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES E USOS.....</b>	<b>37</b>
5.1 Formação do Solo.....	37
5.2 Fases do Solo.....	38
5.3 Classificação e Perfil dos Solos.....	40
5.4 Algumas Propriedades Físico-Químicas.....	41
5.5 Usos e Aplicações no Solo.....	41
5.6 Resumo do Capítulo.....	45
5.7 Atividades Propostas.....	46
<b>6 MEIO: ÁGUA - COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES E USO.....</b>	<b>47</b>
6.1 Disposição da Água.....	47

6.2 Distribuição da Água.....	48
6.3 Estado Físico da Água .....	48
6.4 Algumas Propriedades da Água .....	49
6.5 Algumas Propriedades Químicas .....	50
6.6 Conceitos e Definições .....	51
6.7 Algumas Características de Mares e Oceanos .....	52
6.8 Usos da Água.....	53
6.9 Resumo do Capítulo .....	54
6.10 Atividades Propostas .....	54
<b>7 RECURSOS NATURAIS - DISPONIBILIDADE.....</b>	<b>55</b>
7.1 Definição de Recursos Naturais.....	55
7.2 Classificação dos Recursos Naturais .....	55
7.3 Biodiversidade .....	56
7.4 Distribuição e Apropriação .....	58
7.5 Pegada Ecológica.....	59
7.6 Resumo do Capítulo .....	59
7.7 Atividades Propostas.....	60
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>61</b>
<b>RESPOSTAS COMENTADAS DAS ATIVIDADES PROPOSTAS .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>

# INTRODUÇÃO

Prezado(a) aluno(a) do Curso de Engenharia modalidade a distância, esta apostila tem como objetivo apresentar noções básicas sobre meio ambiente. Em que pesem os fundamentos para que o meio ambiente seja visto como um conjunto de ciências que se integram e constituem um novo universo acadêmico, a temática diversificada e atual tem relação direta com todas as transformações que o meio ambiente vem sofrendo, seja de forma natural ou **antrópica**, as quais precisam ser entendidas para que, por meio do conhecimento, seja promovido o avanço tecnológico em conjunto com a aplicação da proteção ambiental. A pesquisa e o desenvolvimento do conteúdo da disciplina e sua aplicação prática no dia a dia estão presentes na formação profissional dos cursos de engenharia e fazem parte das crenças existentes no âmbito da Unisa.

## Dicionário

Antrópica: pertencente ou relativo ao homem ou ao período de existência do homem na Terra.

Fonte: Michaelis (2012).

Espera-se que os conteúdos presentes nesta apostila contribuam para o entendimento sobre o meio ambiente e que sejam reflexivos para a formação do profissional de engenharia, para que esteja preparado para planejar, administrar e conduzir práticas de sustentabilidade para o equilíbrio entre tecnologia e meio ambiente para a construção de uma nova sociedade.

*Ligia Cristina Gonçalves de Siqueira*

# 1

## NOÇÕES GERAIS SOBRE ECOLOGIA E ECOSISTEMA

### 1.1 Engenharia e Meio Ambiente

Durante a Pré-História, o ser humano sofreu uma evolução biológica até chegar ao que conhecemos por *Homo sapiens*, segundo Branco e Rocha (1987). Em relação à sua sobrevivência, pode-se dizer que os seres humanos não sofreram seleção natural, não ocorreram **mutações**, porém sofreram adaptação ao meio (tecnológico e não biológico) e dependem da tecnologia para sobrevivência.

#### Dicionário

Mutações: variação hereditária, súbita e espontânea, em um indivíduo geneticamente puro. As mutações na natureza consideram-se base da aparição.

Fonte: Michaelis (2012).

Essa evolução tecnológica do ser humano ocorreu devido à sua capacidade de adaptação e transformação do meio pelo uso crescente da inovação tecnológica (Figura 1).

Figura 1 – Capacidade de adaptação do ser humano.



Conforme Branco e Rocha (1987), a esse processo evolutivo ainda foram adicionados 3 fatores:

- **invenção:** pela qual há a resolução dos problemas e criação de novos problemas (questionamentos);

- **instrução:** com a transmissão de informação, relacionando várias invenções e evitando a repetição da solução de problemas;
- **avanço tecnológico:** em princípio, as inovações seriam para adaptação do meio. Com o passar do tempo, a inovação tecnológica se tornou rápida, com aparecimento no mercado de produtos cada vez mais modernos, gerando um consumo indiscriminado de novos produtos apenas porque eles se tornaram **obsoletos** em curto espaço de tempo.

Como exemplo, podem-se citar os celulares, pois foram criados para desenvolver a facilidade na comunicação, melhorando a mobilidade, sem uso de fio, sem alimentação contínua de energia elétrica (bateria acumula energia) etc. No entanto, diariamente, no mundo, são lançados novos modelos, que são consumidos rapidamente pelo mercado.

Até hoje, a análise das consequências em médio e longo prazo das inovações tecnológicas ainda não é satisfatória. Por exemplo, com relação aos celulares, as baterias fora de uso e equipamentos obsoletos que se tornam resíduos nem sempre têm disposição adequada no meio.

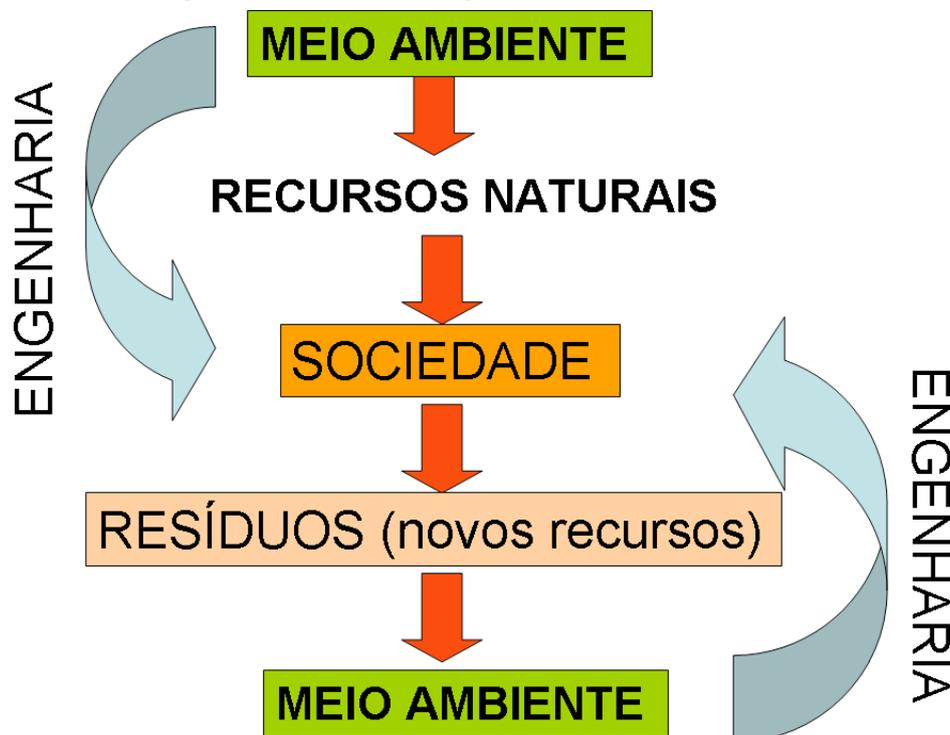
No novo contexto, além disso, a Engenharia tem como atribuição a transformação dos resíduos gerados pela sociedade em novos recursos, que também devem melhorar a qualidade de vida, além da qualidade ambiental para preservação dos recursos naturais (Figura 2).

### Dicionário

Obsoleto: caído em desuso; antiquado, arcaico.

Fonte: Michaelis (2012).

Figura 2 – O papel da engenharia no meio ambiente.



## 1.2 Biosfera: Definição, Divisões e Unidades

A composição da Biosfera é variável devido a alterações ocorridas tanto na atmosfera do planeta quanto na estrutura do solo, composição das águas, desde a formação da Terra, conferindo a cada região do planeta características específicas.

A Biosfera, segundo Branco e Rocha (1987) se divide em: litosfera, hidrosfera e atmosfera. Em linhas gerais, apresentam as seguintes características:

- a **Litosfera**, inclui a camada superficial da Terra, constituída de rochas e solo, está acima do nível da água e é envolvida pela atmosfera. Permite a respiração aérea dos animais.
- Os seres que vivem na superfície tem esqueleto rígido e podem ter postura ereta. Também existem seres que vivem na camada subsuperficial (ex.: animais, microrganismos etc.);
- a **Hidrosfera** é constituída pelo ambiente líquido do planeta (como rios, lagos e oceanos), representando 7/10 da superfície da Terra. Possui vida aquática, sendo que os seres que a habitam (como animais, vegetais e microrganismos) retiram o  $O_2$ , que está dissolvido na água, para viver. Como característica, eles têm o esqueleto menos rígido, que é sustentado pelo meio líquido, e órgãos adaptados para a natação;
- a **Atmosfera** é a camada gasosa que circunda toda a Terra, envolvendo a litosfera e a hidrosfera. Possui componentes indispensáveis à vida, como o  $O_2$ , que possibilita a respiração dos seres aeróbios. Em relação aos seres vivos, alguns têm adaptação para locomoção por meio de asas. Também é responsável

pela dispersão de grãos de pólen, sementes e microrganismos;

- a **Biosfera**, que é o ambiente biológico em que vivem todos os seres vivos, possui as seguintes unidades: biociclos, biocora e bioma (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010a).
  - Os **Biociclos** são ambientes menores dentro da biosfera e possuem 3 tipos: terrestre (epinociclo), água doce (limnociclo) e marinho (talassociclo);
  - A **Biocora** é uma parte do biociclo com características próprias; por exemplo, o biociclo terrestre possui 4 biocoras: floresta, savana, campo e deserto;
  - Os **Biomias** são regiões diferentes dentro da biocora. Exemplificando, a biocora floresta possui, entre outros, os seguintes biomias: floresta tropical, floresta temperada etc.

Segundo Branco e Rocha (1987), a biosfera fornece aos seres vivos as seguintes condições de sobrevivência:

- **elementos indispensáveis:** água (composição das células e solvente de substâncias), energia (como luz – síntese de compostos – e calor – atividade química e metabólica), fontes de carbono (alimento) etc.;
- **ausência de fatores nocivos:** temperaturas extremas (regiões com temperaturas que permitem a vida), substâncias tóxicas, radiação etc.

## 1.3 Definição de Ecologia

O termo 'Ecologia', proposto por Ernest Haeckel em 1869, significa uma ciência multidisciplinar, atuando em vários ambientes, sejam eles quais forem. Ex.: a ecologia não pode ser separada da economia, uma vez esta significa, do grego, também manejo da casa (ODUM, 2007).

O ambiente pode ser favorável para algumas espécies, sendo também responsável pela sua sobrevivência, fornecendo condições para que ocorram a nutrição, a reprodução e a proteção dos seres.

### Nutrição

Todos os seres vivos são constituídos de cadeias de carbono e armazenam energia para suas funções vitais.

Em relação à obtenção de alimento, podem ser: autótrofos e heterótrofos.

Os autótrofos são os seres capazes de produzir seu próprio alimento por meio da síntese e produção de compostos, utilizando a **fotossíntese** (luz e clorofila), como os vegetais.

### Dicionário

Fotossíntese: do grego *phôs*, *photos* (luz), *synthesis* (reunião). 1 *Quím e Fisiol* Síntese de um composto por meio da luz. 2 *Bot* Formação de carboidratos, a partir de bióxido de carbono e água, nas células clorofiladas de plantas verdes, sob a influência da luz, com desprendimento fotoquímico de oxigênio.

Fonte: Michaelis (2012).

Os **heterótrofos** não têm capacidade de produzir seu próprio alimento e consomem a sua alimentação de compostos existentes no meio, como outros seres vivos ou seus produtos, como os animais.

A **respiração** é o processo pelo qual o organismo utiliza a energia contida nas células para destruição e decomposição de compostos orgânicos e liberação de energia. A respiração consome  $O_2$ , ao contrário da fotossíntese, que gera  $O_2$  (BRANCO; ROCHA, 1987).

**Fotossíntese:** produção de  $O_2$ .



**Respiração:** consumo de  $O_2$ .



A respiração tem como objetivo promover a oxidação bioquímica das moléculas e pode ocorrer de duas maneiras:

- **respiração aeróbia:** na presença de  $O_2$ ;
- **respiração anaeróbia:** na ausência de  $O_2$ .

A respiração ainda permite que seja feito o equilíbrio entre síntese e decomposição.

Em relação a isso, os organismos se classificam em: produtores, consumidores e decompositores (ODUM, 2007).

Os **produtores** são os organismos que fazem a síntese do próprio alimento. Ex.: plantas.

Os **consumidores** são os organismos que consomem o alimento por meio da nutrição e o decompõem dentro do seu organismo por meio da respiração, reações bioquímicas etc. Ex.: animais.

Os **decompositores** degradam a matéria orgânica fixando no solo os elementos existentes nos organismos mortos para evitar a extinção desses elementos. Ex.: microrganismos decom-

põem o carbono existente nos organismos mortos para fixação no meio (solo).

Segundo Branco e Rocha (1987), as **cadeias alimentares** são a seqüência de seres vivos que servem de alimento a outros, com transferência de matéria e energia de um organismo para outro. A alimentação determina a existência, abundância, predominância ou o equilíbrio entre as espécies.

O **desequilíbrio ecológico** ocorre pela introdução ou retirada de elemento estranho à cadeia alimentar. Isso pode causar a proliferação incontrolável de algumas espécies da cadeia ou extinção de outras espécies. Um exemplo é a eu-

trofização, que é a multiplicação excessiva das algas devido ao excesso de alimento disponível em corpos d'água.

O **controle biológico** evita o desequilíbrio pela preservação/conservação da cadeia alimentar, como pelo extermínio de pragas da lavoura pelo uso de insetos e não de inseticida.

A **pirâmide alimentar** representa os níveis de consumo, que diminuem da base para o topo (Figura 3).

As **teias alimentares** são o conjunto de vários **ecossistemas**, várias cadeias interligadas ocorrendo simultaneamente<sup>1</sup>.

Figura 3 – Pirâmide alimentar.



Fonte: <http://www.educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/cadeia.html>.

## Reprodução

A reprodução dos seres garante a preservação e continuidade da vida na Terra (BRANCO; ROCHA, 1987). No entanto, as condições ambientais podem favorecer ou prejudicar a reprodução de uma espécie.

Como exemplo, as plantas necessitam de vento, água ou insetos para o transporte (pólen ou sementes), fecundação e disseminação.

A eliminação de qualquer desses elementos (extinção, inseticidas, mudança no escoamento de rios etc.) altera os ecossistemas e as condições de reprodução da planta. Os elementos da cadeia alimentar estão apresentados no Quadro 1.

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/cadeia.html>>. Acesso em: fev. 2010.

**Quadro 1** – Elementos da cadeia alimentar.

Elementos	Características
<b>Produtores</b>	- São sempre autótrofos; - Produzem seu próprio alimento através de fotossíntese (presença de luz); - Têm clorofila; - Compostos pelas plantas e algas microscópicas (fitoplâncton).
<b>Consumidores primários</b>	- Pequenos animais flutuantes (zooplâncton); - Alimentam-se de plantas (autótrofos); - Ex.: caramujos e peixes herbívoros.
<b>Consumidores secundários</b>	- Animais que se alimentam dos consumidores primários; - Ex.: peixes carnívoros, insetos etc.
<b>Consumidores terciários</b>	- Alimentam-se dos consumidores secundários; - Ex.: aves.
<b>Decompositores</b>	- Transformam matéria orgânica em matéria inorgânica; - Fazem com que os compostos retornem ao solo para serem utilizados novamente; - Ex.: bactérias e fungos (saprófilos – se alimentam de matéria em decomposição).

Fonte: <http://www.educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/cadeia.html>.

## Proteção

O meio deve ter estruturas que protegem os seres dos fenômenos da natureza (chuva, vento etc.) e da agressão de outros seres vivos, para evitar, por exemplo, que espécies sejam **dizimadas** ou extintas (BRANCO; ROCHA, 1987).

## Exemplos:

- camuflagem (aves, peixes): contra predadores;
- ninhos (aves): protegem os ovos;
- espinhos (ouriços), carapaças (tartarugas) etc.

### Dicionário

Dizimar: destruir grande número de; diminuir o número de.

Fonte: Michaelis (2012).

## 1.4 Conceito de Ecossistema

Entre os vários conceitos relevantes para o meio ambiente, destacam-se os que seguem.

Conforme Odum (2007), o **ecossistema** é a unidade básica da ecologia. Ex.: floresta é um exemplo de um ecossistema.

Os fatores que definem um ecossistema são:

- composição física do meio (solo, luz, temperatura etc.);
- composição química do meio (sais minerais, compostos orgânicos etc.);
- espécies presentes (predadores, simbióticas etc.)

O **ecossistema** contém vários habitats. O **habitat** é onde a espécie pode ser encontrada e contém diversos **nichos ecológicos**. Ex.: árvores. Denomina-se **biótopo** quando são encontradas muitas espécies (comunidade heterogênea) (BRANCO; ROCHA, 1987).

### Saiba mais

#### Habitat e Nicho Ecológico

Para você entender melhor esses conceitos, vamos fazer uma analogia da vida diária humana: para se chegar a conhecer uma determinada pessoa na comunidade humana, seria necessário saber, primeiramente, o seu "endereço", ou seja, onde procurá-la; endereço representaria o habitat. Para conhecer bem a pessoa, no entanto, seria interessante saber alguma coisa sobre sua ocupação, seus interesses, seus associados e seu papel na vida comunitária; a profissão da pessoa seria análoga ao nicho (ODUM, 2007).

A **população** pode ser definida como organismos da mesma espécie ocupando uma mesma área geográfica.

A **comunidade** pode ser definida como as populações existentes na mesma área.

Os **fatores ecológicos** são fatores ambientais que agem sobre um ser vivo (influência na mortalidade, natalidade, imigração e emigração). Ex.: físicos, químicos, climáticos etc. Podem ser abióticos ou bióticos.

Os **fatores bióticos** são os seres vivos e suas relações, que podem ser diretas e indiretas. Em relação à mesma espécie, pode ocorrer a formação de:

- grupos (conjunto de 2 ou mais indivíduos, como cardume de peixes);
- massa (excesso de indivíduos, quando o meio se degrada, diminui a fecundidade das fêmeas);
- competição (indivíduos de mesma espécie competindo pelos mesmos recursos escassos).

Em relação às espécies diferentes, ocorrem as associações biológicas, como parasitismo, comensalismo etc.

Os **fatores abióticos** são os fatores físicos e químicos. Ex.: temperatura, luz, umidade, nutrientes etc.

A **temperatura** varia de acordo com o clima (estações do ano), espaço (ex.: polos, Equador etc.) e altitude (quanto mais alto, mais frio). Os seres podem ser **homeotérmicos** (regulam a própria temperatura e a mantêm constante), **poecilotérmicos** (a temperatura varia com o ambiente), **euritérmicos** (toleram grandes variações de temperatura) e **estenotérmicos** (toleram mínimas variações de temperatura).

A **luz** varia de acordo com as horas do dia e as estações do ano e desempenha um papel importante para a fotossíntese.

Quanto à **umidade**, o equilíbrio do ciclo da água é responsável pela sobrevivência de diversas espécies e sua alteração age como fator limitante em várias regiões.

Os **fatores limitantes** são fatores ecológicos que, potencializados (máximo ou mínimo), interferem na sobrevivência dos seres vivos (extinção). Ex.: nutrientes em falta no solo (como nitrogênio), inibindo o crescimento de espécies vegetais.

## Fluxo de Energia nos Ecossistemas

Segundo Branco e Rocha (1987), a energia obtida através do consumo de alimentos não é totalmente utilizada, pois parte não é absorvida, sendo eliminada (fezes), e outra parte é perdida na forma de calor. Dessa forma, a energia é dissipada ao longo da cadeia alimentar. O fluxo de energia diminui a cada nível trófico, começando sempre com a luz solar incidindo sobre os autótrofos (produtores) e diminuindo a cada nível alimentar dos heterótrofos (consumidores).

Os níveis tróficos sofrem um decréscimo energético de um nível para outro (da base para o topo da pirâmide). Na passagem de um nível para o seguinte, diminui o número de organismos e aumenta seu tamanho (biomassa) (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010b).

### Atenção

O fluxo de energia em um determinado ecossistema é de "sentido único" ou unidirecional.

## Associações Biológicas

As **associações biológicas** são criadas devido à dependência que os seres vivos têm de outros seres vivos para sua sobrevivência no meio e dependem da necessidade de cada espécie (território, abrigo, alimento etc.) (BRANCO; ROCHA, 1987).

As relações podem ser harmônicas ou desarmônicas. **Harmônicas** são aquelas em que um ou ambos os organismos da mesma espécie ou diferentes são beneficiados. Já nas desarmônicas, uma espécie é sempre prejudicada pela ação de outra. Exemplos são apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2** – Associações biológicas.

Associações	Tipos	Características
Harmônicas	<b>Epifitismo (ou inquilinismo)</b>	Organismos que dependem de outros como suporte ou substrato físico. Ex.: trepadeiras, orquídeas etc.
	<b>Simbiose (ou mutualismo)</b>	Associação entre organismos em que ambos se beneficiam. Ex.: líquen (algas + fungos).
	<b>Colonialismo</b>	Indivíduos ligados entre si em colônias, com divisão ou não de trabalho. Ex.: recifes de corais.
Desarmônicas	<b>Parasitismo</b>	Apenas o organismo hospedeiro se beneficia. Ex.: vermes (lombriga).
	<b>Competição</b>	Indivíduos da mesma espécie ou diferentes disputam os mesmos recursos. Ex.: alimento (insetos e homem); espaço (cães, lobos etc.); luminosidade (plantas de floresta).
	<b>Predatismo</b>	Um indivíduo mata outro de espécie diferente para alimentar-se. Ex.: aves de rapina, onças, homem, animais que se alimentam de plantas (ex.: boi, gafanhoto).

Fonte: Adaptado de Portal São Francisco (2010b).

## 1.5 Resumo do Capítulo

Prezado(a) aluno(a), no primeiro capítulo, abordamos as transformações ocorridas na nossa sociedade, envolvendo tecnologia e engenharia e suas consequências. Além disso, você:

- conheceu os fundamentos da Ecologia, em que foi possível compreender e inter-relacionar os seguintes conceitos em Ecologia: biosfera; população biológica; comunidade biológica; e ecossistema;
- identificou os níveis tróficos de um ecossistema – produtores, consumidores e decompositores – e compreendeu as relações entre as cadeias e teias alimentares;
- compreendeu que o fluxo de energia em uma determinada cadeia alimentar é unidirecional, permitindo interpretar e construir esquemas denominados de pirâmides ecológicas;
- conheceu e compreendeu alguns tipos de relações ecológicas intraespecíficas e interespecíficas.

Agora chegou o momento de fazer as atividades propostas para aplicar os conhecimentos que você aprendeu. As respostas comentadas são encontradas no final desta apostila. Bom trabalho!

## 1.6 Atividades Propostas

1. Conceitue ecossistema.
2. Faça um comentário sobre a importância dos:
  - a) Produtores.
  - b) Decompositores.
3. Por que dizemos que o fluxo de energia em um ecossistema é unidirecional?
4. Esquematize uma cadeia alimentar em que você participe como:
  - a) Consumidor primário.
  - b) Consumidor secundário.
3. O predatismo pode ser considerado uma interação ecológica prejudicial ao ecossistema?

## 2 CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

### 2.1 Conceitos Básicos

Segundo Odum (2007), os Ciclos Biogeoquímicos são vias mais ou menos circulares, onde os elementos químicos, inclusive todos os elementos essenciais do protoplasma, tendem a circular na biosfera em vias características do ambiente aos organismos e destes, novamente, ao ambiente. Limitam ou controlam a abundância dos

organismos. São de extrema importância, uma vez que os decompositores degradam a matéria orgânica (restos de animais e vegetais), e devolvem ao solo, à água e ao ar os materiais que constituem esses restos e que poderão ser utilizados novamente.

### 2.2 Características dos Ciclos Biogeoquímicos

Os ciclos biogeoquímicos permitem que a biosfera tenha a capacidade de autorregulação (**homeostase**), o que é importante para a existência dos ecossistemas e a manutenção da proporção dos elementos em cada meio. Observa-se que essas trocas nem sempre são cíclicas, podendo ser acíclicas, como quando os elementos não retornam ao meio. As intervenções tecnológicas ocorrem para tornar as trocas acíclicas em cíclicas, para manter a homeostase (BRANCO; ROCHA, 1987).

Os **componentes dos ciclos biogeoquímicos** são: os reservatórios, os compartimentos de troca, os ciclos gasosos e os ciclos sedimentares.

Os **reservatórios** funcionam como compartimento principal dos elementos e garantem que o escoamento do elemento para o meio seja uniforme.

Os **compartimentos** de troca funcionam como recipientes menores dos elementos e garantem a circulação do elemento entre os organismos e o meio.

Os **ciclos gasosos** são os reservatórios que se situam na atmosfera ou na hidrosfera (gases dissolvidos).

Os **ciclos sedimentares** são aqueles que se situam na litosfera (crosta terrestre).

As **etapas do ciclo** compreendem, em linhas gerais, duas fases: o transporte físico e as transformações químicas.

O **transporte físico** é representado por erosão do solo com carreamento do elemento para rios, oceanos etc., evaporação e precipitação da água etc., e ocorre no meio abiótico.

As **transformações bioquímicas** são representadas pelas transformações dos elementos envolvendo os seres vivos (animais, vegetais, mi-

croorganismos) e ocorrem com a participação do meio biótico.

O **tempo de residência** de um elemento no meio, segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), é representado pela relação entre a quantidade

existente no depósito do elemento no meio e a somatória das suas saídas, considerando que o depósito esteja em equilíbrio (somatória das entradas = somatória das saídas), e é dado por:

$$\text{TR (anos)} = \frac{\text{Depósitos (kg)}}{\text{Somatória das saídas (kg/ano)}}$$

Onde:

TR = tempo de residência do elemento no meio (anos);

Depósitos = quantidade do elemento existente no meio (kg);

Somatória das saídas = fluxo do elemento que sai do meio (kg/ano).

## 2.3 Principais Ciclos Biogeoquímicos

Os principais ciclos biogeoquímicos que ocorrem na natureza são:

### a. Ciclo da água

A água é uma substância que aparece nos três estados: líquido, sólido e gasoso, ao mesmo tempo, na superfície da Terra.

Em linhas gerais, o ciclo da água se inicia pelo aquecimento da superfície das águas (ex.: rios e oceanos) pela luz do sol, ocorrendo a evaporação. As plantas e os animais também contribuem para a evaporação da água através da transpiração e da sudação, respectivamente. O vapor d'água se condensa e forma as nuvens. As gotículas formadas se tornam pesadas e caem no ambiente na forma de precipitação (chuva, neve e granizo). Parte da água infiltra no solo e parte retorna aos cursos de água.

### b. Ciclo do oxigênio (O<sub>2</sub>)

De uma forma geral, o oxigênio é gerado pela fotossíntese, em que as plantas terrestres utilizam o gás carbônico CO<sub>2</sub> em presença de luz para síntese. Nos oceanos, a produção de oxigênio é realizada pelas algas verdes e pelo **fitoplâncton**, que é o maior produtor de oxigênio do planeta.

#### Dicionário

Fitoplâncton (de *phyto*, planta; *plankton*, flutuante): formado por organismos fotossintetizantes, em geral microscópicos, de vida livre, que flutuam no corpo de águas marinhas ou doces, sendo responsável pela produção energética primária em ambiente.

Fonte: Odum (2007).

Há consumo de oxigênio pelos seres terrestres e aquáticos e também pelos vegetais na ausência de luz, pois estes realizam a respiração. O oxigênio também é capaz de oxidar os metais, pelo processo da corrosão.

Atividades humanas, como as indústrias e as queimas em geral (como as queimadas), também consomem oxigênio no processo de combustão.

Em relação ao oxigênio atmosférico, este entra nos processos de oxidação de vários elementos emitidos pelas atividades humanas (como o do enxofre (S) contido nos combustíveis, gerando  $\text{SO}_2$ ).

Na estratosfera, participa da formação do ozônio, que forma a camada que serve de proteção (filtro) ao excesso de radiação (principalmente raios ultravioleta) que chega ao nosso planeta.

### c. Ciclo do carbono

Em linhas gerais, no ciclo do carbono, as plantas absorvem o gás carbônico da atmosfera e, em presença de luz, realizam fotossíntese. Os seres humanos e animais consomem vegetais na sua alimentação e respiram eliminando gás carbônico para a atmosfera.

Na Pré-História, os seres terrestres (como os dinossauros) também respiravam gerando  $\text{CO}_2$  e se alimentavam de vegetais e outros animais. Com as transformações ocorridas na formação do planeta, esses animais e vegetais pré-históricos mortos passaram por um processo de fossilização, transformando-se nos combustíveis fósseis (como petróleo), que são compostos basicamente de hidrocarbonetos (compostos de carbono e de hidrogênio).

Nos processos industriais (como aquecimento em caldeiras) e veículos, o processo de combustão gera  $\text{CO}_2$ , que é emitido para a atmosfera. Seu acúmulo, atualmente, o tornou, junto ao metano ( $\text{CH}_4$ ), um dos principais componentes dos Gases do Efeito Estufa (GEEs).

O  $\text{CO}_2$  da atmosfera também contribui para a formação das **chuvas ácidas** (ácido carbônico).

### Saiba mais

#### Chuva ácida

Chuva enriquecida com substâncias ácidas, como ácido sulfúrico e ácido nítrico, sendo tais substâncias produzidas pela combinação da água atmosférica com os óxidos liberados após a queima de hidrocarbonetos ou liberados por instalações industriais. Ao cair na superfície, altera a composição química do solo e das águas, atinge as cadeias alimentares, destrói florestas e lavouras e ataca estruturas metálicas, monumentos e edificações.

Fonte: [www.educar.sc.usp.br](http://www.educar.sc.usp.br).

### d. Ciclo do enxofre<sup>2</sup>

O enxofre é um elemento encontrado nas rochas sedimentares, vulcânicas, no carvão, no gás natural, no petróleo etc. e também é utilizado em fertilizantes.

Em relação ao ciclo do enxofre, de uma forma geral, quando animais e plantas morrem, se decompõem e se transformam em sulfatos. Esses sulfatos são absorvidos pelas raízes das plantas junto à água (chuva, irrigação etc.). Os fertilizantes também contribuem com o enxofre disponível nos solos para ser absorvido pelas plantas.

Quando os animais se alimentam de vegetais e/ou de outros animais, o enxofre entra na cadeia alimentar.

O enxofre (S) contido nos combustíveis, por meio do processo de combustão, sofre uma oxidação a  $\text{SO}_2$ , o qual, na atmosfera, sofre oxidação, gerando o  $\text{SO}_3$ , que, na presença de umidade, gera o  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , que se combina com as gotas de chuva e forma a chuva ácida, retornando ao solo. Outra parte se oxida até a forma de sulfato (aerossóis), se depositando no meio na forma de partículas.

No solo, várias bactérias aeróbias e anaeróbias participam das reações do enxofre, as quais também participam de processo de corrosão de vários materiais, como tubulações de esgoto. O Quadro 3 apresenta as transformações do enxofre no ciclo biogeoquímico.

<sup>2</sup>Ciclos (2010).

**Quadro 3** – Transformação do enxofre no ciclo biogeoquímico.

Transformação	Mecanismo
$\text{SO}_2$ , $\text{SO}_4^{-2}$ - S orgânico	Assimilação por plantas.
S orgânico - $\text{H}_2\text{S}$	Diversas bactérias aeróbias e anaeróbias.
S orgânico - $\text{SO}_4^{-2}$	Maioria das plantas e animais, muitas bactérias.
$\text{SO}_4^{-2}$ - $\text{H}_2\text{S}$	Bactérias anaeróbias ( <i>Desulfovibrio</i> , <i>Desulfotomaculum</i> ).
$\text{H}_2\text{S}$ - S - $\text{SO}_4^{-2}$	Bactérias aeróbias ( <i>Thiobacillus</i> , bactérias fotossintetizantes).

Fonte: Ciclos (2010).

O  $\text{SO}_2$  é formado como produto de combustão a partir do enxofre existente nos combustíveis. Na atmosfera, passa a  $\text{SO}_3$  e, na presença de umidade, a  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , podendo formar chuva ácida. Por fim, pode se transformar em sulfato e sofrer deposição na forma de partículas.

### e. Ciclo do nitrogênio<sup>3</sup>

O nitrogênio perfaz cerca de 78% da composição da atmosfera.

A fixação biológica do nitrogênio contido na atmosfera é realizada pelas bactérias, cianobactérias e fungos que vivem no solo e pelas bactérias (*Rhizobium*) que vivem nas raízes de angiospermas (feijão, soja, ervilha, amendoim e vagem), transformando-o para a forma de amônia ( $\text{NH}_3$ ) e transferindo o nitrogênio para a cadeia alimentar.

A próxima etapa é a nitrificação, que é realizada no solo por bactérias aeróbias quimiossintetizantes (síntese dos açúcares). Nesse processo, ocorre a transformação de  $\text{NH}_3$  em nitratos  $\text{NO}_2$  (nitrosação) e em nitritos  $\text{NO}_3$  (nitratação), pois os seres vivos não têm como sintetizar amônia no seu organismo.

A próxima etapa é a desnitrificação, sendo esse processo realizado pelas bactérias desnitrificantes, com retorno do  $\text{N}_2$  ao ambiente, pois o nitrogênio entra na cadeia alimentar e forma os aminoácidos nos organismos.

Quando esses organismos morrem, são decompostos por bactérias e fungos presentes no solo (transformação em amônia). As suas ex-

creções sofrem o mesmo processo de decomposição. Dessa forma, as bactérias desnitrificantes liberam o nitrogênio da amônia, dos nitritos e dos nitratos, devolvendo-o para a atmosfera.

Na atmosfera, também se formam os óxidos de nitrogênio como produtos dos processos de combustão, pela oxidação do nitrogênio presente no ar atmosférico e nos combustíveis.

### f. Ciclo do fósforo<sup>4</sup>

As principais fontes de fósforo são os peixes, utilizados como alimento, que armazenam o fósforo no seu esqueleto sob a forma de fosfato de cálcio. Também as rochas fosfáticas, que são as fontes de fosfato para a fabricação de fertilizantes e detergentes, e o solo, no qual o fosfato aparece sob a forma inorgânica.

No ciclo do fósforo, de uma forma geral, as chuvas carregam o fósforo existente no solo sob a forma de fosfatos inorgânicos.

Uma parte é utilizada pelas plantas para produzir os compostos orgânicos necessários para sua sobrevivência. Os animais se alimentam de plantas e/ou de outros animais, inserindo o fósforo na cadeia alimentar por meio do alimento ingerido. Com a morte dessas plantas e animais, o fósforo retorna ao solo e é absorvido pelas plantas (fosfato inorgânico). Outra parte segue no fluxo das águas superficiais ou **percola** pelo solo chegando ao lençol freático.

<sup>3</sup> Disponível em: <[http://www.pauloferraz.com.br/trab\\_ciclo\\_biogeo.html](http://www.pauloferraz.com.br/trab_ciclo_biogeo.html)>. Acesso em: fev. 2010.

<sup>4</sup> Portal São Francisco (2010c).

**Dicionário**

Percolar: passagem lenta de um líquido através de um meio filtrante.

Fonte: Michaelis (2012).

O fósforo não realiza etapa do ciclo na atmosfera.

**2.4 Processos Acíclicos**

Segundo Branco e Rocha (1987), os processos acíclicos se caracterizam pela alteração, bloqueio ou intensificação de alguma etapa do ciclo, em que não há o seu fechamento, ocasionando os desequilíbrios ambientais, uma vez que a proporção adequada dos elementos em cada meio não é adequada.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1998), um dos ciclos que apresentam alteração crescente é o ciclo do carbono, pois o aumento do consumo de

combustíveis fósseis, o **desflorestamento** e as queimadas aumentam a quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera, desequilibrando a quantidade adequada de carbono em cada compartimento, sendo um dos exemplos o efeito estufa pelo excesso de GEEs na atmosfera, como o gás carbônico.

**Dicionário**

Desflorestamento: que perdeu florestas.

Fonte: Michaelis (2012).

**Saiba mais****Efeito Estufa**

Capacidade que a atmosfera da Terra apresenta de reter parte da radiação térmica emitida pela superfície do planeta. A luz solar atravessa a atmosfera e, após ser interceptada e parcialmente absorvida pelas superfícies sólidas e massas d'água, é reemitida como radiação térmica (calor), que encontra dificuldade para sair da atmosfera. A atmosfera é transparente à luz, mas translúcida

ao calor. O Efeito Estufa garante temperaturas mais altas na superfície da Terra e minimiza as variações diárias e estacionais de temperatura. Sem esse fenômeno a temperatura do planeta seria bem mais baixa. Entre os gases responsáveis pelo Efeito Estufa, estão o CO<sub>2</sub>, o CH<sub>4</sub> e o vapor d'água. Embora seja um fenômeno natural, a ação do Homem pode intensificá-lo, promovendo um aumento significativo da temperatura na superfície do planeta. Isso pode levar à reorganização climática, com derretimento de geleiras, elevação do nível dos mares, inundação de áreas etc., com prejuízos a boa parte da população humana. A interferência do Homem nesse fenômeno se dá, principalmente, pela queima de combustíveis fósseis e de florestas (biomassa), com o lançamento na atmosfera de grandes quantidades de CO<sub>2</sub> (IBGE, 2004).

Como um ciclo interfere no outro, a alteração na temperatura do planeta pelos GEEs leva a uma evaporação da água mais intensa, maior período de degelo, violentas intempéries, chuvas torrenciais frequentes etc., gerando a alteração do ciclo da água.

A alteração dos ciclos também tem como efeito as mudanças climáticas, caracterizadas por verões chuvosos e invernos secos, além de alterações cada vez mais intensas no clima do mundo inteiro (ex.: ondas de calor na Europa).

Também tem ocorrido a alteração do ciclo do enxofre, segundo Branco e Rocha (1987), com os processos de combustão em geral, pelo consumo de carvão, derivados de petróleo e gás, combustíveis que contêm enxofre na sua composição, principalmente ocorrendo aumento do SO<sub>2</sub> na atmosfera, muitas vezes sem retorno ao meio, seja por via úmida (chuvas) ou por via seca (deposição de sulfatos forma de partículas).

## 2.5 Resumo do Capítulo

Caro(a) aluno(a), terminamos o capítulo 2, no qual estudamos os principais ciclos biogeoquímicos e os efeitos da sociedade humana neles.

'Bio' refere-se aos organismos vivos e 'geo', às rochas, ar e água da Terra. A biogeoquímica pode ser definida como o estudo da troca de materiais entre os componentes vivos e não vivos da biosfera, onde esses elementos químicos tendem a circular no ambiente em vias características, do ambiente aos organismos e destes, novamente, ao ambiente. Você conheceu o comportamento cíclico dos elementos químicos que constituem as substâncias orgânicas, compreendendo a importância desses ciclos para a vida, como também a ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

Agora, aplique os conhecimentos que você aprendeu nas questões propostas a seguir. Lembramos você que os comentários dessas atividades encontram-se no final desta apostila.

## 2.6 Atividades Propostas

1. Cite os componentes dos ciclos biogeoquímicos.
2. Qual a importância das bactérias ***Rhizobium*** que participam do ciclo biogeoquímico do nitrogênio?
3. Faça um breve comentário sobre:
  - a. Chuva ácida.
  - b. Efeito estufa.

### 3 CONCEITO DE MEIO AMBIENTE

Segundo Branco e Rocha (1987), o meio ambiente pode ser entendido como o conjunto de elementos e fatores indispensáveis à vida. No entanto, também representa o espaço físico ou de subsistência externo aos seres vivos. O meio ambiente pode ou não abrigar a vida.

**Os seres vivos podem aceitar ou se adaptar às condições ambientais em que vivem, sendo dependentes do meio (como os vegetais), ou podem transformar o meio conforme suas necessidades (como os seres humanos).**

Em relação à dependência, os vegetais são bastante dependentes das condições ambientais em que vivem, pois vivem nos locais onde nascem e se adaptam aos fatores ambientais existentes para garantir a sua sobrevivência. Já os animais são mais independentes que os vegetais, pois possuem mobilidade em relação à procura de alimento, abrigo das intempéries e proteção contra invasores e predadores. Procuram sempre um lugar com melhores condições de sobrevivência ou podem adaptar o meio às suas condições de vida (construção de abrigos, refúgios, ninhos etc.), porém ainda têm limitações. Tanto animais quanto vegetais sofrem mudanças lentas para adaptação ao meio (anatômicas, fisiológicas etc.), como mutações.

#### Saiba mais

**Anatomia:** estudo da estrutura dos seres orgânicos através da dissecação, tendo em vista a forma e a disposição dos órgãos.

**Fisiologia:** Parte da biologia que tem por objetivo o estudo das funções normais dos diferentes órgãos e aparelhos e das transformações que ocorrem por todo o corpo durante as suas atividades.

Em relação à independência do meio, os seres humanos conseguem fugir às restrições da natureza, modificando o ambiente para torná-lo adequado ao seu modo de vida (nutrição, proteção e abrigo). Também não são filiados a qualquer tipo de ecossistema. Dessa forma, não se prendem a cadeias alimentares para obter alimento e adquirem matéria e energia de diversas fontes físicas ou químicas e a ação humana no meio ambiente é capaz de extinguir espécies ou promover crescimento exagerado de populações (roedores e formigas).

**Como característica, o ser humano não atua mais somente para a satisfação das necessidades básicas.** Conforme Campos (1992), na teoria de Maslow, os seres humanos possuem as necessidades básicas apresentadas no Quadro 4. Essa escala varia de ser humano para ser humano e depende muito do tipo de sociedade e valores com os quais ele convive.

**Quadro 4** – Escala das necessidades básicas do ser humano.

<b>Autorrealização</b>	- Realização do seu próprio potencial; - Autodesenvolvimento, criatividade, autoexpressão.
<b>Ego ou estima</b>	- Autoconfiança, independência, reputação etc.
<b>Social</b>	- Sentimentos de aceitação, amizade, associação; - Sentimento de pertencer ao grupo.
<b>Segurança</b>	- Proteção sua e da família; - Estabilidade no lar e no emprego.
<b>Fisiológica</b>	- Sobrevivência, alimentação, roupa, teto.

Fonte: Campos (1992).

Segundo Branco e Rocha (1987), pertencer a grupos sociais, ser aceito, desenvolver seu próprio potencial, faz com que, muitas vezes, os seres humanos alterem o meio de maneira significativa para o atendimento de necessidades que vão além de alimento, teto e emprego, como a substituição de métodos naturais por artificiais na agricultura (ex.: irrigação), indústria (ex.: alimentos enlatados) etc. Dessa forma, os ambientes também podem ser naturais ou artificiais.

Os **ambientes naturais** são aqueles que se formaram sem intervenção humana (ex.: oceanos, florestas nativas). São considerados estáticos, porém têm sua própria dinâmica e podem sofrer ação humana.

Os **ambientes artificiais** são aqueles que se formaram com a intervenção do homem (ex.: áreas urbanas, de cultivo). Podem sofrer ação humana direta ou indireta.

### 3.1 Desequilíbrio Ambiental

O **desequilíbrio ambiental global do planeta**, segundo Branco e Rocha (1987), **vem aumentando desde que os seres humanos começaram o uso do fogo para preparação de alimentos, práticas de agricultura (queimadas), fabricação de artefatos etc., como resultado do avanço tecnológico característico da civilização humana.**

Esse aumento também vem sendo causado pelos conflitos entre seres humanos desde a Antiguidade, como as guerras, que geram impactos ambientais significativos, devido à destruição e contaminação do ambiente (por restos de armas e de explosivos, áreas urbanas e de cultivo devastadas, natureza degradada etc.), cuja remediação e retorno às condições originais são muito difíceis e lentos.

A dependência cada vez maior da tecnologia contribui para um consumo excessivo de bens e serviços pela sociedade humana e seu descarte, fazendo com que o resultado seja a introdução de excesso de matéria e energia nos ecossistemas e geração de resíduos gasosos, líquidos e sólidos, que não conseguem ser assimilados pelo meio.

Além disso, o ser humano independe da seleção natural, pois, quando há fome e escassez de alimentos, tem capacidade de aumentar a oferta de alimentos e enviar para regiões do planeta, onde antes não havia essa possibilidade, com emprego de novas tecnologias de logística e transporte, tornando a vida possível.

Em relação às intempéries, mesmo que a devastação das áreas atingidas por terremotos,

enchentes etc. seja crítica, o ser humano tem a capacidade de reconstrução.

Outro ponto seria a capacidade de se reproduzir indefinidamente e aumentar o consumo de alimentos, água, ocupação territorial, geração de resíduos etc., alterando o meio para a sua sobrevivência e, muitas vezes devastando-o.

Ainda, o ser humano é capaz de formar sociedades com estrutura definida, com divisão de trabalho, e manter a sua individualidade, com desenvolvimento de padrão de comportamento e senso ético. Mesmo assim, o desequilíbrio ambiental continua aumentando.

## Fatores de Degradação

Em linhas gerais, segundo Moura (1998), os fatores que agravam a degradação ambiental são: crescimento populacional desordenado; esgotamento dos recursos naturais; limitação da capacidade da biosfera em absorver impactos ambientais; desigualdade norte-sul; e globalização.

O **crescimento populacional desordenado** e progressivo fez com que, no ano 2000, tivéssemos 6 bilhões de habitantes no planeta. Além da falta de controle da natalidade, acrescenta-se um aumento global da expectativa de vida do ser humano, que começou a partir da Revolução Industrial, com o avanço da medicina (vacinas, cura de doenças e diminuição das taxas de mortalidade) e da tecnologia.

### Saiba mais

Segundo a ONU, a previsão para o tamanho da população mundial, em 2050, é de 10 bilhões de pessoas.

No entanto, a qualidade de vida ainda não é satisfatória para todos, pela divisão desigual de recursos, que contribui para a destruição dos recursos e danos ao meio ambiente para a sobrevivência dos seres humanos. À medida que há crescimento populacional acelerado, o esgotamento

de recursos se torna crescente e a degradação aumenta.

O **esgotamento dos recursos naturais** foi acelerado após a Segunda Guerra Mundial, com o aumento da produção de bens, consumo de alimentos, consumo de energia e de artigos industriais, porém ainda assim há queda crescente da qualidade de vida e a conscientização da preservação desses recursos para o futuro teve início somente no final do século passado (MOURA, 1998).

Os recursos naturais não renováveis têm que ser preservados para que a civilização humana que deles depende possa ter um futuro sustentável. Nesse caso, o desenvolvimento e o uso de combustíveis alternativos vêm contribuindo para a diminuição do consumo desses recursos.

A **limitação da capacidade da biosfera em absorver impactos ambientais** causada pela geração crescente de resíduos e poluentes no meio, além do planejamento deficiente para ocupação de áreas, vem resultando num esgotamento físico do ambiente, pois a quantidade de resíduos e poluentes gerada pela sociedade humana é muito grande e o meio já não é mais capaz de absorver todo esse fluxo excessivo de matéria e energia.

Dessa forma, aparecem as **questões globais**, que atingem todos os pontos do planeta (CETESB, 1998), independentemente de onde o poluente tenha sido gerado e suas consequências, como:

- **efeito estufa:** devido ao excesso de gases estufa (como o CO<sub>2</sub> gerado em processos de combustão, principalmente dos derivados de combustíveis fósseis, queimadas etc., e CH<sub>4</sub> gerado em aterros, arrozais etc.);
- **destruição da camada de ozônio:** devido às Substâncias Destruidoras do Ozônio (SDOs), como os clorofluorcarbonos (CFCs – componentes de aerossóis, extintores, líquido para refrigeração etc.);

### Saiba mais

#### Camada de ozônio

Parte da atmosfera superior, situada entre 20 e 35 km de altitude, na camada estratosférica, com elevada concentração de ozônio e que absorve grandes proporções da radiação solar na faixa do ultravioleta, evitando que esta alcance a Terra em quantidades consideradas perigosas (IBGE, 2004).

- **mudanças climáticas:** alteração do clima devido à alteração do ciclo das águas, gerando intempéries potencializadas, como chuvas torrenciais e enchentes.

As **desigualdades norte-sul** ocorrem pela distribuição desigual de recursos econômicos, uma vez que a pobreza e acesso desigual à terra, alimentação, saúde, educação, emprego e poder político são situações frequentes no cenário mundial, segundo Moura (1998).

A relação entre a pobreza e a degradação ambiental acontece pela necessidade de sobrevivência, acrescida da falta de conscientização sobre a preservação ambiental, como a comercialização indiscriminada de espécies nativas (fauna e flora) para obtenção de recursos financeiros.

Como resultado, ocorre a extinção de espécies de plantas e animais, a degradação do solo pelo uso de queimadas ou uso inadequado de terras agriculturáveis etc. Conflitos e guerras, além da favelização, e falta de saneamento básico, água tratada etc., ainda agravam mais o problema.

### Atenção

#### Novo discurso da água:

- a água é escassa;
- a água tem valor econômico;
- transformação da água em mercadoria;
- fonte de guerra e de conflitos;
- possibilidade de exclusão de pessoas.

Nos países menos desenvolvidos, a preservação ambiental tem baixa prioridade, pois as necessidades básicas da população (como educação, saúde, habitação, emprego e segurança) ainda não foram atendidas. O comércio de matérias-primas entre os países menos desenvolvidos e os mais desenvolvidos é uma possibilidade para diminuição das desigualdades, porém, após o produto ser manufaturado, o valor agregado aumenta tanto o preço que se torna muitas vezes inviável para o país fornecedor da matéria-prima consumir o produto oriundo dela.

Espera-se que os países menos desenvolvidos tenham uma melhoria significativa na sua qualidade de vida, porém a preocupação crescente se refere à geração de mais poluição e de resíduos para a produção de alimentos e bens de consumo, com aumento do consumo de energia, de serviços etc. Com isso, ter-se-á um maior consumo de recursos naturais para manter crescente a melhoria do nível de vida dessas populações.

A globalização comercial e financeira se iniciou na época dos descobrimentos e colonização, aumentando com a Revolução Industrial e se intensificando após a Segunda Guerra, com o desenvolvimento da tecnologia, como forma de aumentar o mercado para os países desenvolvidos que já tinham os mercados internos saturados.

Além da integração comercial e financeira, ocorreu também a troca cultural, social, econômica e política, principalmente devido ao desenvolvimento e facilidades de comércio, comunicação e transporte.

No entanto, ainda ocorre uma pressão nas economias nacionais para redução e isenção de tarifas (tributação). O meio ambiente se tornou uma barreira não tarifária, uma forma de protecionismo aos produtos de países mais desenvolvidos, uma vez que os produtos de países menos desenvolvidos ficam menos competitivos do que dos países com legislações ambientais mais rigorosas. A globalização também tem contribuído para o desenvolvimento das questões ambientais globais (como o efeito estufa) (MOURA, 1998).

## 3.2 Resumo do Capítulo

Prezado(a) aluno(a), neste terceiro capítulo você conheceu fatores que contribuem para o desequilíbrio ambiental em nosso planeta, como a aglomeração populacional, a velocidade da extração de recursos naturais e a limitação da biosfera em absorver esses impactos ambientais causados pela ação antrópica; proporcionando o aparecimento de problemas, como a destruição da camada de ozônio, o efeito estufa e as mudanças climáticas, além da injustiça social através da desigualdade na distribuição de renda e os efeitos deletérios para o meio ambiente causados pelos processos de globalização.

Agora, chegou o momento de você responder às questões propostas que seguem. Tenha um bom estudo! Voltamos a lembrar que os comentários dessas atividades se encontram no final desta apostila.

## 3.3 Atividades Propostas

1. Cite os fatores que agravam a degradação ambiental.
2. Por que nos países mais pobres o meio ambiente não é visto como prioridade?

## 4 MEIO: AR - COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES E USOS

### 4.1 Divisão da Atmosfera

Conforme Vianello e Alves (1991), as camadas da atmosfera são: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera. Entre as camadas, há faixas de temperatura isotérmicas (mesma temperatura) características de cada uma. São elas: tropopausa, estratopausa e mesopausa.

A **troposfera** é a camada mais baixa, no nível do solo, onde habitamos. A altitude fica entre 15 a 18 km em relação à Linha do Equador e entre 6 e 8 km em relação aos polos.

A **tropopausa** é uma camada intermediária e se localiza entre a troposfera e a estratosfera. É isotérmica e a faixa de temperatura fica entre -50 e -55 °C.

A **estratosfera** é a camada em que se localiza a camada de O<sub>3</sub> (ozônio), que protege a Terra da excessiva quantidade de radiação ultravioleta, e fica entre 15 e 50 km da superfície da Terra.

#### Saiba mais

##### Radiação ultravioleta

No Brasil, o câncer mais frequente é o de pele, correspondendo a cerca de 25% de todos os tumores diagnosticados em todas as regiões geográficas. A radiação ultravioleta natural, proveniente do sol, é o seu maior agente etiológico.

De acordo com o comprimento de onda, os raios ultravioletas (raios UV) são classificados em raios UV-C, em raios UV-A (320-400nm) e em raios UV-B (280-320nm). Em decorrência da destruição da camada de ozônio, os raios UV-B, que estão intrinsecamente relacionados ao surgimento do câncer de pele, têm aumentado progressivamente sua incidência sobre a Terra. Da mesma forma, tem ocorrido um aumento da incidência dos raios UV-C, que são potencialmente mais carcinogênicos do que os UV-B.

Por sua vez, os raios UV-A independem dessa camada e causam câncer de pele em quem se expõe a eles em horários de alta incidência, continuamente e ao longo de muitos anos. As pessoas de pele clara, que vivem em locais de alta incidência de luz solar, são as que apresentam maior risco. Como mais de 50% da população brasileira tem pele clara e se expõe ao sol muito e descuidadamente, seja por trabalho, seja por lazer, e o país situa-se geograficamente numa zona de alta incidência de raios ultravioletas, nada mais previsível e explicável do que a alta ocorrência do câncer de pele entre nós (INCA, 2011).

A **estratopausa** é uma camada intermediária e se localiza entre a estratosfera e a mesosfera. É isotérmica e tem faixa de temperatura em 0 °C.

A **mesosfera** tem como característica a presença de elementos monoatômicos, auroras e íons e partículas livres, e se localiza a 50-80 km da

superfície da Terra; a temperatura fica em torno de -90 °C.

A **mesopausa** é uma camada intermediária e se localiza entre a mesosfera e a termosfera. É isotérmica e a faixa de temperatura está em -80 °C.

A **termosfera** é a camada em que se localiza a ionosfera, com átomos e moléculas ionizados, e é importante devido à reflexão das ondas de rádio. Localiza-se a mais de 80 km da superfície

da Terra e a faixa de temperatura fica entre 500 e 2000 K devido à atividade solar.

A **exosfera** é a região acima da termosfera, na qual se localiza o espaço.

## 4.2 Estrutura da Atmosfera

A atmosfera da Terra vem se modificando desde a formação do planeta (WIKIPÉDIA, 2010a).

A **Primeira Atmosfera**, como é chamada, era uma mistura dos gases Hélio e Hidrogênio, sendo que o calor da crosta terrestre e o sol dissiparam essa mistura.

A **Segunda Atmosfera** era formada por  $\text{CO}_2$ , vapor d'água,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  e óxidos de enxofre, provenientes dos vulcões da crosta, que foi endurecida por resfriamento. Não havia  $\text{O}_2$  livre e a atmosfera era mais densa do que a atmosfera atual. Já existia o efeito estufa, devido à presença de  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  na atmosfera, porém, naquele período, foi o que impediu a Terra de congelar.

O vapor d'água presente se condensou e gerou as chuvas, as quais contribuíram para a formação dos oceanos com  $\text{CO}_2$  dissolvido. Também surgiu o processo de fotossíntese, com a conversão do  $\text{CO}_2$  em  $\text{O}_2$ . O Carbono presente que estava

em excesso foi fixado no solo, nos combustíveis fósseis, rochas sedimentares (pedra calcária) e conchas de animais.

Outra alteração ocorreu quando o  $\text{O}_2$  livre na atmosfera, reagindo com compostos de amônia, liberou  $\text{N}_2$  e as bactérias iniciaram a conversão desses compostos em  $\text{N}_2$ . Dessa forma, os níveis de  $\text{O}_2$  na atmosfera cresceram e os de  $\text{CO}_2$  diminuíram devido ao aumento de vegetais. Ainda, o  $\text{O}_2$  se combinou com vários elementos, mas acabou por se acumular na atmosfera, resultando em extinções em massa de algumas espécies e evolução de outras.

Na **Terceira Atmosfera**, ocorre o aparecimento de uma camada de  $\text{O}_3$ , que protege as formas de vida em relação ao excesso de radiação UV que chega ao nosso planeta. É formada principalmente por uma mistura de  $\text{O}_2$ - $\text{N}_2$ , que regula a temperatura e umidade da superfície da Terra.

## 4.3 Composição Estimada do Ar Atmosférico

Segundo Branco e Rocha (1987), o ar é uma mistura de vários elementos. Como a atmosfera sofreu transformações na sua estrutura desde a formação da Terra, considera-se, para fins práticos, que a sua composição não varia, sendo a composição aproximada dada por:

- **$\text{N}_2$ : ~78%;**
- **$\text{O}_2$ : ~ 20%;**
- **Argônio: ~0,9%;**
- **$\text{CO}_2$ : ~0,03%;**
- **Gases inertes: pequena quantidade;**

- **Vapor d'água: quantidade variável;**
- **Material particulado: quantidade variável.**

### Principais Componentes do Ar Atmosférico

As características dos componentes do ar atmosférico são apresentadas no Quadro 5.

**Quadro 5 – Características dos principais componentes do ar atmosférico.**

Componente	Características
<b>N<sub>2</sub></b>	- Gás mais abundante; - Seres vivos não conseguem absorver N <sub>2</sub> diretamente do ar. Microrganismos que ficam em raízes de leguminosas transformam o N <sub>2</sub> em sais minerais, que são absorvidos pelas plantas, e os animais conseguem o N <sub>2</sub> alimentando-se de plantas, direta ou indiretamente; - Impede que haja combustão do ambiente.
<b>O<sub>2</sub></b>	- Indispensável para a respiração humana; - Indispensável para reações de combustão; - Produto da fotossíntese.
<b>Argônio</b>	- Gás nobre; - Usado em lâmpadas fluorescentes, solda e processos que exigem uma atmosfera inerte.
<b>CO<sub>2</sub></b>	- Indispensável para fotossíntese; - Efeito estufa (manutenção da temperatura do planeta adequada à vida); - Forma-se em processos de combustão.
<b>Gases inertes</b>	- Também conhecidos como gases nobres (dificuldade de combinação com outros átomos, pois são pouco reativos); - Hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio, radônio e ununóctio.
<b>Vapor d'água</b>	- Regula o clima por meio do ciclo da água; - Quantidade varia de região para região e conforme as condições do tempo.
<b>Material particulado</b>	- Quantidade variável; - Forma-se de fontes naturais e antropogênicas.

Fonte: Portal São Francisco (2010d), Só Biologia (2010) e Wikipédia (2010a).

#### 4.4 Algumas Características e Propriedades do Ar

Segundo CETESB (2009), **o ar é uma matéria gasosa que circunda o globo terrestre, envolvendo a Terra numa camada de espessura de mais de 500 km.** Além disso, divide-se em camadas, de modo que 99% do ar está na camada até 30 km e 50% do ar está contido até 6 km. A capacidade da atmosfera fica em torno de  $6 \times 10^6$  toneladas de ar.

**A temperatura média da superfície da Terra é 14 °C.**

A pressão atmosférica pode ser definida como o peso exercido pela ação da gravidade sobre a camada de ar que envolve o planeta, variando com clima, hora, local e altitude. No nível do mar, é de aproximadamente 101,3 KPa (14,7lb/pol<sup>2</sup>).

A densidade do ar (nível do mar) é 1,2 kg/m<sup>3</sup> e diminui com a altitude na mesma taxa da diminuição da pressão.

Entre as propriedades do ar, estão: a expansibilidade, a compressibilidade e a elasticidade.

A expansibilidade confere ao ar a propriedade de ocupar todo o volume do recipiente em que está.

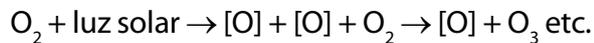
A elasticidade confere ao ar, após descompressão, a propriedade de voltar a ocupar seu espaço inicial.

A compressibilidade confere ao ar a propriedade de ser comprimido e ocupar menor lugar no espaço.

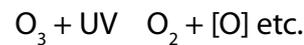
**O ar tem importante papel na regulação da temperatura e umidade do planeta.** Possui um

escudo natural protetor contra radiações solares, principalmente os raios ultravioleta (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010e).

O ozônio estratosférico é produzido naturalmente na estratosfera pela ação da luz solar sobre o oxigênio, segundo a reação (CORRÊA, 2003):



A **radiação ultravioleta (UV)** faz o processo inverso, pois o  $\text{O}_3$  bloqueia a radiação ultravioleta, impedindo-a de chegar à superfície (CORRÊA, 2003).



## 4.5 Usos do Ar

Segundo Derísio (1992), o ar participa de vários processos importantes para a vida dos seres e a sobrevivência da sociedade humana, tais como:

- processos metabólicos (como a respiração e a fotossíntese);
- comunicação (para a propagação de ondas);
- transporte (aéreo);
- processos de combustão (como a utilização de fornos e caldeiras pelas indústrias);
- processos industriais (como a secagem de grãos, de peças);
- receptor e transportador de poluentes das atividades humanas (no processo de dispersão atmosférica);
- veiculação de doenças (como a propagação de microrganismos patogênicos).

### Saiba mais

#### Doenças – Ar

A poluição é um problema de saúde pública, no qual o Brasil gasta aproximadamente três bilhões de dólares anuais com mortes e internações causadas pela poluição atmosférica.

### Processos de Combustão

Os processos de combustão geram produtos que são lançados para a atmosfera. O Quadro 6 apresenta as principais reações e seus produtos, que dependem do tipo e da composição de combustível, do processo de queima, entre outros. Algumas características específicas desses processos serão apresentadas a seguir.

**Quadro 6** – Principais reações e produtos.

Compostos	Reações e produtos
<b>Carbono (C)</b>	$C + O_2 \rightarrow CO_2$ (dióxido de carbono) $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO$ (monóxido de carbono)
<b>Enxofre (S)</b>	$S + n O_2 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ $O_2 \quad (H_2O)$
<b>Nitrogênio (N)</b>	$N_2 + O_2 \rightarrow NO, NO_2, N_2O$ etc. (compostos nitrogenados)
<b>Compostos orgânicos diversos</b>	Quebra de cadeias (hidrocarbonetos, aldeídos)
<b>Material particulado</b>	Fuligem (proveniente de HC não queimado) Cinzas (provenientes de sais do combustível)

## Interação Atmosférica

Segundo CETESB (1994), os compostos lançados na atmosfera, geralmente, não permanecem num ponto fixo, pois a atmosfera tem mecanismos de transporte e interação dos poluentes: a **interação**, relativa às reações químicas que ocorrem na atmosfera, e o **transporte**, relativo à dispersão dos poluentes.

## Reações Químicas

Os compostos emitidos para a atmosfera sofrem influências físicas e químicas, devido à interação com a atmosfera, que resultam em mistura com os componentes já existentes, participação em reações químicas e fotoquímicas, formação de vários produtos e permanência na atmosfera por tempo considerável, conforme CETESB (2009).

### Exemplo de reações químicas:

- a. **Oxidação:** ocorre em presença de  $O_2$ , como na queima de óleo combustível, em que o  $O_2$  do ar se combina com os produtos formados.



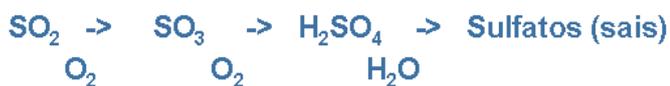
- b. **Smog fotoquímico:** ocorre em tempo quente e ensolarado. Produz atmosferas altamente oxidantes devido à presença de  $O_3$  e peróxidos orgânicos.

**Smoke (fumaça, poluentes) + fog (neblina) -> SMOG**

A atmosfera também tem o mecanismo de autodepuração, no qual participam os processos de deposição de partículas e conversão de substâncias em constituintes atmosféricos normais (CETESB, 1994). Como exemplos, podem ser citados:

- **material particulado:** para o qual a autodepuração acontece por meio dos processos de sedimentação, principalmente as partículas mais grosseiras (deposição seca). As chuvas também causam remoção, mas são ineficientes para partículas < 2 mm (deposição úmida);
- **gases:** ex.  $SO_2$ , que é formado pela oxidação do enxofre contido nos combustíveis. Na atmosfera, em presença de oxigênio, forma o  $SO_3$ , que, em presença de água, forma o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), podendo precipitar na forma de chuva ácida. Se continuar na atmosfera, acaba

se transformando em sulfato (sais) e se deposita na forma de partícula.



O Quadro 7 apresenta o tempo de residência de alguns poluentes na atmosfera.

**Quadro 7** – Tempo de residência dos poluentes na atmosfera.

Poluente	Principais fontes		Mecanismo de autodepuração	Tempo de residência
	Artificiais	Naturais		
<b>SO<sub>2</sub></b>	Combustão de carvão e óleo	Vulcões	Oxidação a sulfato pelo O <sub>3</sub> ou absorção por aerossol líquido ou sólido	4 dias
<b>CO</b>	Automóveis e combustão	Queima de florestas	- Desconhecido - Possível oxidação a CO <sub>2</sub> nas altas camadas da atmosfera	~3 dias
<b>NO, NO<sub>2</sub></b>	Combustão	Ação bacteriana em solos	- Oxidação a nitrato, após absorção por um aerossol líquido ou sólido - Reação fotoquímica com HC	5 dias
<b>Hidrocarbonetos</b>	- Combustão - Processos químicos - Evaporação de solventes	Processos biológicos	Reações fotoquímicas com NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	16 dias para CH <sub>4</sub>
<b>Material particulado</b>	- Combustão - Processos industriais	Tempestade de areia	- Sedimentação - Lavagem pela chuva	Alguns dias

Fonte: CETESB (1994).

## Transporte

Segundo CETESB (1994), o transporte de compostos pela atmosfera está ligado aos fenômenos atmosféricos, entre os quais, destacam-se: os ventos, as chuvas e a temperatura do ar.

Os **ventos** são responsáveis pelo movimento do ar na vertical. Além disso, carregam o vapor d'água e as nuvens, distribuem o calor pela at-

mosfera e interferem na formação das chuvas. A ausência de ventos é chamada calmaria.

As **chuvas** se formam devido ao ar quente que sobe e leva o vapor d'água para as camadas mais altas da atmosfera, nas quais a temperatura é menor; o ar perde calor e se resfria.

O vapor d'água se condensa em inúmeras gotículas, formando as nuvens, que caem na forma de chuva. Se o frio for intenso, as gotículas

podem se congelar ainda nas nuvens, caindo na forma de neve ou granizo.

A **temperatura do ar** está relacionada com a quantidade de calor recebida durante o dia pela Terra, que, à noite, é diferente. As regiões próximas à linha do Equador recebem mais calor do que as próximas aos polos.

A quantidade de calor recebida também varia com as estações do ano, devido à proximidade do sol. Essa quantidade variável de calor cria as

massas de ar com temperaturas distintas, que se movimentam e se encontram pela ação dos ventos, para gerar os ventos com velocidades variadas e as chuvas.

Ressalta-se que, como as mesmas ocorrem sempre continuamente, isso permite que a atmosfera fique constantemente em movimento.

O Quadro 8 apresenta as principais variáveis meteorológicas e suas características que atuam no transporte de compostos pela atmosfera.

**Quadro 8** – Principais variáveis meteorológicas.

Variável meteorológica	Características
<b>Ventos</b>	- Direção, velocidade, frequência - Turbulência mecânica (dinâmica na horizontal)
<b>Temperatura</b>	- Turbulência térmica (dinâmica na vertical)
<b>Radiação solar</b>	- Reações fotoquímicas e turbulência
<b>Umidade</b>	- <b>Alta:</b> formação de neblinas (inversões) - <b>Baixa:</b> suspensão de poeiras
<b>Precipitação</b>	- Chuva, neve ou granizo - Autodepuração do ar

Fonte: CETESB (1994).

Segundo a CETESB (1994), outro fenômeno que acontece na atmosfera é a **inversão térmica**, que ocorre principalmente no inverno e nas primeiras horas da manhã, pois os raios do solo não aquecem a camada de ar próxima ao solo.

O ar frio é mais pesado e não sobe, aumentando a concentração de poluentes no nível do solo. Com o decorrer das horas, a radiação solar aumenta, atingindo a superfície, aquecendo-a. O ar aquecido sobe e quebra a inversão e os poluentes se difundem pela atmosfera.

Dessa forma, a dispersão atmosférica dos compostos é causada pelo movimento constante da atmosfera. Com isso, a concentração de um poluente na atmosfera varia no tempo e no espaço. Quando as condições de dispersão não são boas, os poluentes ficam concentrados em determinado ponto, podendo causar episódios de poluição. A concentração de poluentes com as

mesmas condições de lançamento, num mesmo ponto, em tempos diferentes, varia conforme as condições atmosféricas.

Além das condições meteorológicas, outro fator que influencia a dispersão é a topografia.

**A topografia da região pode dificultar a mobilidade dos poluentes.** Ex.: existência de serras, que são obstáculos à dispersão, pois as serras ainda geram o aquecimento diferenciado do solo e alteram as características de vento da região, como no Município de Cubatão, que se situa no litoral paulista, mas não possui praias e está ao pé da **Serra do Mar**. Em relação aos ventos, recebe a brisa do mar-terra (dia -> / noite <-), porém se situa num vale e tem tendência à calmaria, tornando a dispersão difícil, com a ocorrência de episódios críticos de poluição do ar.

### Dicionário

Topografia: *sf* (*topo*<sup>3</sup>+*grafo*<sup>1</sup>+*ia*<sup>1</sup>) **1** Descrição ou delimitação minuciosa de uma localidade. **2** Configuração do relevo de um terreno com a posição de seus acidentes naturais ou artificiais.

Fonte: Michaelis (2012).

xinas produzidas por microrganismos também sofrem os mesmos processos, ou seja, se dispersam pela atmosfera.

Existem fontes que lançam microrganismos para a atmosfera, seja no ar externo (ar ambiente) ou ar interno (no interior de edificações). Exemplos:

### Veiculação Aérea de Doenças

A atmosfera também transporta microrganismos. Segundo Razzolini (2008), os microrganismos se adaptam aos vários ambientes existentes no planeta, inclusive ao ar. Existe uma diversidade microbiana no ar, que é transitória e variável, sendo específica de cada região do planeta.

Os microrganismos estão em suspensão na atmosfera, na forma de material particulado (ex.: esporos) e gotículas de água, e são transportados pela atmosfera, na sua dinâmica de ventos. As to-

- para o **ar externo**: lixo a céu aberto, irrigação de lavouras contaminadas por fungos, tratamento de resíduos (compostagem), estações de tratamento de esgotos, entre outros;
- para o **ar interno**: sistemas de ar-condicionado (limpeza inadequada ou deficiente), matérias-primas contendo microrganismos (contaminação ou uso), limpeza (poeiras), pessoas contaminadas, entre outros.

## 4.6 Resumo do Capítulo

Prezado(a) aluno(a), encerramos o quarto capítulo, no qual o conteúdo estudado foi o ar. Você teve a oportunidade de conhecer tópicos relativos à sua composição, propriedades, características e seus principais usos; assim como a importante participação da atmosfera na vida dos seres vivos, nos processos respiratórios e fotossintéticos, no setor aéreo, nos meios de comunicação como propagador de ondas, na combustão e nos diversos processos industriais. Além disso, o ar é o agente receptor e transportador de poluentes originados da atividade antrópica e responsável também pela propagação de microrganismos causadores de doenças.

Aproveite, agora, para responder às questões propostas que seguem e também para tirar suas dúvidas, sempre observando que os comentários dessas atividades propostas estão no final desta apostila.

## 4.7 Atividades Propostas

1. Qual a composição do ar atmosférico?
2. Cite as principais variáveis meteorológicas.
3. Em que situação ocorre a inversão térmica?

## 5 MEIO: SOLO - COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES E USOS

### 5.1 Formação do Solo

Conforme Rocha, Rosa e Cardoso (2004), nos primórdios de sua formação, o planeta Terra era composto por uma massa de minerais e metais fundidos incandescentes e com muitos vulcões em erupção derramando lava na superfície. Com o resfriamento da superfície, formaram-se as primeiras rochas e a atmosfera, com os gases que se acumularam ao redor do planeta. Essa atmosfera era composta por gases ácidos, formados por compostos de carbono, enxofre, cloro etc.

A água estava no estado líquido e formando o seu ciclo de evaporação e precipitação; assim, surgiram as primeiras chuvas, que eram extremamente ácidas, resfriando a superfície e solidificando as rochas. Essas chuvas promoveram um ataque da superfície, tanto por abrasão, devido aos processos erosivos, quanto por ataque químico do material sólido.

Também as condições climáticas, causando calor extremo durante o dia e frio intenso à noite, ajudaram a quebrar as rochas em diferentes granulometrias (como pedra, cascalho, silte, areia, argilas etc.).

Os movimentos tectônicos que ocorriam na superfície também contribuíram para que as rochas sedimentares do fundo do oceano viessem para a superfície, bem como o contrário, e também para que florestas afundassem para o subsolo ou fundo dos mares, sendo recobertas por rochas sedimentares e vulcânicas.

Com isso, foram gerados os fósseis, que são grandes depósitos de vegetação e seres mortos, no subsolo, sob pressão das camadas superiores formadas pelas transformações na crosta terrestre.

Também levaram milhões de anos até que surgissem condições favoráveis ao aparecimento da vida, primeiramente, nos mares, devido à atmosfera do planeta se mostrar inadequada. Depois, ocorreu o aparecimento da vida na superfície (animais e vegetais) no solo, atmosfera e água.

Em relação ao solo, segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), ele pode ser definido como uma formação natural que se desenvolve na porção superficial da crosta terrestre, pela interação de processos físicos, químicos e biológicos sobre as rochas superficiais da crosta terrestre, como resultante do conjunto de interações que ocorrem entre atmosfera, hidrosfera, biosfera, litosfera (rochas, minerais, seres vivos, água, microrganismos, atmosfera etc.).

## 5.2 Fases do Solo

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), os solos apresentam 3 fases: **sólida (50%), líquida (25%) e gasosa (25%)**, que, nessas proporções, são ideais para o desenvolvimento de vegetação. No entanto, elas variam dependendo do tipo de solo e das porções do mesmo solo; o clima, a vegetação existente e o manejo também influenciam nessa proporção.

A **fase sólida** possui 3 frações: **mineral, orgânica e biológica**. A **fração mineral** é formada pela desagregação física das rochas e sua composição química é igual da rocha-mãe. A **fração orgânica** é composta por plantas e animais mortos e também por produtos da degradação biológica, como CO<sub>2</sub>, água e sais minerais. A **fração biológica** é formada pela trituração, aeração, decomposição e mistura da matéria orgânica no solo e é habitada por pequenos mamíferos (ratos, roedores etc.), protozoários, minhocas, insetos, vermes etc.

A **fase líquida do solo**, conforme Rocha, Rosa e Cardoso (2004), é chamada "**solução do solo**", pois se compõe de água, com compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos da fase sólida, em que parte da água se infiltra no solo, preenchendo os espaços vazios, e parte escoam pela superfície. Tem, ainda, como características:

- fornecer nutrientes para as plantas, devido à infiltração no solo, pois a água da chuva, além dos compostos do ar, transporta outros compostos existentes no solo até chegar às raízes dos vegetais;
- favorecer a ocorrência de processos químicos e biológicos, pois os compostos químicos, que têm quantidade limitada no solo, são absorvidos pelas raízes, mas voltam à superfície pela queda de folhas, frutos etc. ou fazem parte do ciclo biogeoquímico específico;

- transportar materiais e, dentro dessa característica, um processo importante é a **erosão**.

### Curiosidade

#### Erosão

A **erosão se caracteriza pelo carreamento de sedimentos e nutrientes pela água da chuva ou irrigação, que escoam na superfície em direção aos vales e rios, deixando a superfície do solo fragilizada.**

De acordo com o Michaelis (2012), erosão significa: 1 Ato ou efeito de erodir. 2 Geol Degradação produzida na camada terrestre por agentes externos.

Segundo Branco e Rocha (1987), a erosão depende de alguns fatores, entre os quais, podem-se citar:

- **quantidade e intensidade de chuvas**, pois, quando as chuvas são torrenciais, arrastam maiores quantidades de materiais do que chuvas mais fracas;
- **declividade do terreno**, devido à remoção das partículas do solo. A erosão é 2,5 vezes maior quando a inclinação do terreno é duplicada;
- **estrutura e composição do solo**, pois, quanto menor é a aderência entre as partículas do solo, maior o grau de erosão;
- **cobertura vegetal**, porque, num solo sem cobertura vegetal, aumenta a velocidade de escoamento superficial da água. Como a estrutura do solo é menos consistente, aumenta o impacto das chuvas, entre outros.

Em relação às práticas que tornam o solo suscetível à erosão (BRANCO; ROCHA, 1987), destacam-se:

- **construção civil:** a urbanização e a ocupação indiscriminada do solo, sem planejamento, principalmente em relação ao aumento de áreas verdes;
- **exploração extrativa do solo:** a remoção de materiais, que causam a alteração de topografia, degradação de áreas etc., sem critério de sustentabilidade;
- **práticas agrícolas:** substituição da mata nativa por plantações, com alteração do solo (empobrecimento e aplicação de adubos e pesticidas) e do equilíbrio ecológico;
- **pastagens:** das práticas citadas, é a que tem melhor equilíbrio ecológico, pois o esterco permanece no solo, repondo os elementos retirados pela nutrição do gado. No entanto, é necessário evitar a erosão e o carreamento desse material para os corpos d'água pelas chuvas;
- **desmatamento:** vários motivos são a causa, como a obtenção de madeira usada como combustível, na forma de lenha, cavaco etc.; matérias-primas, como madeira para fabricação de papel e celulose; criação de áreas de cultivo, seja de subsistência ou comercial; exploração madeireira, para fabricação artesanal ou industrial de artefatos de madeira, móveis, portas etc., entre outras;
- **queimadas:** ocorrem devido à queima de matas ou de vegetação rasteira antes do plantio, para melhorar fertilidade do solo ou para facilitar o corte da vegetação, como, por exemplo, na despalha a fogo da cana-de-açúcar. Embora as cinzas resultantes enriqueçam os solos, com o tempo, as chuvas fazem com que os elementos se infiltrem e se tornem inacessíveis às raízes dos vegetais, empobrecendo-os. Também, com o calor,

há eliminação de microrganismos do solo, sementes e raízes etc.

Como consequências da erosão, segundo Branco e Rocha (1987), podem ocorrer alteração do relevo; riscos às obras civis, principalmente em encostas; remoção da camada superficial, empobrecendo o solo; assoreamento de rios, devido ao arraste de material; enchentes, devido ao **assoreamento** que causa o transbordamento dos corpos d'água; inundação, devido ao transbordamento de rios; alteração de cursos d'água, devido à alteração no leito; entre outros.

#### Saiba mais

##### Assoreamento

Obstrução de um rio, canal, estuário ou qualquer corpo d'água pelo acúmulo de substâncias minerais (areia, argila etc.) ou orgânicas, como o lodo, provocando a redução de sua profundidade e da velocidade de sua correnteza.

A **fase gasosa**, conforme Rocha, Rosa e Cardoso (2004), possui as seguintes características: **tem os mesmos compostos da atmosfera, porém a composição não é fixa; há consumo de O<sub>2</sub> e liberação de CO<sub>2</sub> pelos organismos aeróbios.** Também, os solos arejados são responsáveis pelo bom desenvolvimento das raízes (falta de O<sub>2</sub>; folhas amarelas).

### 5.3 Classificação e Perfil dos Solos

A classificação dos solos, segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), é realizada da forma gené-

tico-natural, pois considera as características e formação do solo, conforme mostrado no Quadro 9.

**Quadro 9 – Classificação dos solos.**

Tipo	Características
<b>Latossolos</b>	Solos formados pela lavagem alcalina em regiões quentes e úmidas com floresta (pouca sílica, óxidos de ferro e alumínio, argila silicatada – caolinita).
<b>Litossolos</b>	Solos jovens, com pouca espessura, sobre rochas ou aflorando à superfície.
<b>Regossolos</b>	Solos profundos com formação arenosa, com grande drenagem e superfície escurecida.
<b>Hidromórficos</b>	Solos com excesso de água e aeração deficiente, cor cinza, ácidos, pobres em cálcio e magnésio e acúmulo de matéria orgânica na superfície.
<b>Podzólicos/ podzolizados</b>	Solos formados pelas lavagens ácidas no material arenoso.

Fonte: Adaptado de Rocha, Rosa e Cardoso (2004).

O **perfil do solo** é formado por camadas, chamadas Horizontes, cujas características variam conforme a profundidade (variação do teor de água, oxigênio, temperatura, distribuição das

partículas e poros, raízes etc.), segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004). Os Horizontes são denominados por letras maiúsculas, conforme apresentado no Quadro 10.

**Quadro 10 – Perfil do solo.**

Horizonte	Características
<b>O</b>	Matéria orgânica fresca ou em decomposição.
<b>H</b>	Horizonte O com más condições de drenagem.
<b>A</b>	Material orgânico misturado com mineral, de coloração escura (húmus).
<b>B</b>	Acúmulo de argila, ferro, alumínio e pouca matéria orgânica.
<b>C</b>	Material não consolidado, pouca influência de organismos.
<b>R</b>	Rocha inalterada, que pode ser a rocha matriz do solo ou não.

Fonte: Adaptado de Rocha, Rosa, Cardoso (2004).

## 5.4 Algumas Propriedades Físico-Químicas

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), o solo possui propriedades físico-químicas, entre as quais, se destacam:

- **capacidade de troca catiônica**, pois os cátions presentes no solo são cedidos para os vegetais;
- **acidez do solo**, devido à presença de ácidos e dissociação do íon H<sup>+</sup> no solo;
- **oxidação e redução**, que influencia o equilíbrio das concentrações dos elementos: C, N, O, S, Fe e Mn e metais (Ag, As, Cr, Cu, Hg e Pb), devido à atividade dos elétrons e presença de microrganismos;
- **adsorção de metais**, como Al, Fe e Mn, que depende do pH do solo.

### Fertilidade do Solo

A fertilidade do solo, conforme Rocha, Rosa e Cardoso (2004), depende do equilíbrio de elementos essenciais, tais como: o carbono e o oxigênio fixados do ar (fotossíntese e respiração); a

água, que fornece Hidrogênio; o Nitrogênio, que é fixado do ar pelas bactérias do solo; e outros macro e micronutrientes, que devem estar disponíveis no solo. No entanto, os elementos se esgotam no solo devido à agricultura, queimadas, erosão, pois o ciclo biogeoquímico não se fecha.

As transformações microbiológicas que ocorrem no solo também são importantes, como a ação dos microrganismos decompositores, que degradam a matéria orgânica produzindo húmus, que fornece elementos necessários aos vegetais, bem como dos desnitrificantes, que atuam para que o Nitrogênio dos nitratos vá para a atmosfera.

Em relação à interação solo-planta, esta ocorre quando as raízes se desenvolvem no solo, buscando água e elementos essenciais entre os grãos, produzindo substâncias químicas que ajudam na solubilização e modificam o solo.

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), a produtividade do solo é representada pela produção de vegetais por área. Pode-se dizer que ela segue a Lei do mínimo (Lei de Liebig): elemento com menor disponibilidade é o que limita o crescimento do vegetal.

## 5.5 Usos e Aplicações no Solo

Segundo Derísio (1992), o solo é utilizado principalmente para:

- elemento de fixação e nutrição da vida vegetal;
- fundação para edificações, aterros, estradas, sistemas de disposição de resíduos etc.;
- elemento a ser extraído e utilizado em construções e manufatura de objetos diversos;

- armazenamento de combustíveis fósseis;
- armazenamento de água para fins diversos.

No entanto, segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), outras atividades desenvolvidas com o solo devem ser realizadas de forma controlada, de modo a evitar sua degradação, como as que seguem.

## Aração e Revolvimento

O processo de aração é utilizado para desagregar as partículas de solos duros ou congelados (frios) em climas temperados, segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), para melhorar a penetração de ar e água para o desenvolvimento dos vegetais.

Esse processo não é adequado em climas tropicais, pois os microrganismos podem ficar mais expostos à luz e calor e diminuir sua atividade; e pode haver perda de nutrientes pelo carreamento de água das chuvas (infertilidade do solo), desgaste devido à erosão e a transferência do carbono do solo para a atmosfera, na forma de CO<sub>2</sub>.

## Adubação

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), desde 1840, as fezes de animais são usadas como adubo. A adubação é um processo que modifica quimicamente a composição do solo e fornece à planta os elementos necessários ao seu desenvolvimento. Como consequências da adubação excessiva, ocorre salinização do solo, eutrofização de corpos d'água, devido ao carreamento de nutrientes em excesso pelas águas da chuva, entre outros.

O adubo mineral é melhor do que o fertilizante sintético, pois, além dos nutrientes, repõe o húmus, que fixa o nutriente e reestrutura o solo.

Em relação ao plantio rotativo de culturas, antes os restos de biomassa eram incorporados ao solo com revolvimento e, atualmente, os restos são deixados na superfície do solo sem revolvimento, para fixação de elementos no solo (ex.: carbono) por microrganismos aeróbios.

Segundo Branco e Rocha (1987), com a adubação excessiva, podem ocorrer altas doses de Nitrogênio e Fósforo aplicados ao solo, o que torna os alimentos cultivados ricos em nitratos, que se transformam em nitritos no organismo. Os nitritos se combinam com a hemoglobina e impedem a fixação do O<sub>2</sub> do ar, com a formação

de nitrosaminas pelos nitritos nos intestinos, com ação carcinogênica.

Também pode ocorrer que grandes quantidades de impurezas não sofram remoção, como os metais em excesso, que podem esterilizar o solo pela aplicação contínua, com redução da produtividade.

## Aplicação de Pesticidas e Herbicidas

Com o aumento populacional, aumenta a produção de alimentos para consumo, com uso de pesticidas e herbicidas na agricultura, tornando necessário o aumento da produtividade, diminuição dos custos e do preço (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2004). Dessa forma, tornou-se prática agrícola a aplicação de defensivos agrícolas, como os pesticidas (inseticidas e fungicidas) e herbicidas nas plantações.

### Curiosidade

Pesticidas são substâncias químicas, naturais ou sintéticas utilizadas com a finalidade de prevenir a ação, controlar ou eliminar pragas, que podem ser constituídas por insetos, fungos, ervas daninhas, ácaros, bactérias, nematoides, roedores, entre outras formas de vida animal ou vegetal indesejáveis, ou prejudiciais à agricultura e pecuária. Essa definição para o termo genérico 'pesticida', proposta pela *Food and Environmental Protection Act* (FEPA), abrange um largo espectro de substâncias biologicamente ativas, e é usada em diferentes áreas de investigação, inclusive ambiental (RIBEIRO et al., 2008).

Segundo Branco e Rocha (1987), os fungicidas são compostos que eliminam parasitas nocivos e elementos indispensáveis ao solo, reduzindo a sua produtividade. Já os inseticidas são compostos que eliminam insetos que dizimam as plantações, insetos predadores de pragas e outros responsáveis pela polinização. O emprego excessivo de inseticidas causa prejuízo na detenção de pragas e fertilização dos vegetais. Os in-

seticidas não são biodegradáveis e tendem a se acumular no meio, causando a contaminação da cadeia alimentar, pois são absorvidos pelas plantas (ex.: pastagens) e se acumulam sem serem eliminados.

O gado, ao se alimentar dessa pastagem, acumula altas concentrações dessas substâncias no leite e na carne e pode causar contaminação pela sua ingestão. Os herbicidas, segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), são compostos químicos usados no controle/eliminação/diminuição de ervas daninhas. As interações com o meio dependem das propriedades do solo (física, química e biológica) e do clima. Para Branco e Rocha (1987), podem ser extremamente persistentes no solo. Se um solo for adubado com esterco de animais que se alimentam de pastagens que crescem em solos que sofreram aplicação de herbicidas, esse solo adubado pode sofrer esterilização temporária, reduzindo a sua produtividade.

### O Caso do Diclorodifeniltricloroetano (DDT)

Em relação ao uso indiscriminado de defensivos agrícolas, especificamente o DDT, conforme Moura (1998), este foi abordado pela primeira vez pela escritora Rachel Carson, no livro *Silent spring* (Primavera Silenciosa). Esse romance descreve uma primavera sem o canto dos pássaros, exterminados pelo uso do DDT.

O criador do DDT ganhou o Prêmio Nobel de Química (1948), por ter salvado milhões de vidas humanas na guerra, por evitar tifo e malária, além de proteger colheitas.

Em relação aos inseticidas, antes da Segunda Guerra Mundial, eram de uso domiciliar, produzidos a partir de extratos vegetais (rotenona e piretrina), tinham menor eficiência e eram inócuos à saúde e com pequeno efeito residual. A destruição de formigueiros era realizada pela aplicação controlada de agentes sulfurosos, arsenicais ou cianetos, de grande ação tóxica.

Durante a Segunda Guerra, havia a transmissão de tifo por piolhos nos exércitos. Com isso, os laboratórios americanos industrializaram

o DDT, um composto organoclorado, descoberto na Suíça (1925). Na época, era eficiente contra os insetos, inócuo ao homem e com baixo efeito residual, permanecendo ativo vários meses após a aplicação.

Terminada a guerra, o produto começou a ser aplicado no combate a insetos domésticos e pragas da lavoura. No entanto, foi observado um decréscimo da alta eficiência inicial contra os insetos. Por exemplo: a mosca doméstica era dizimada com pouca quantidade de inseticida e começou a ficar imune, o mesmo acontecendo com o pernilongo comum, mosquitos transmissores da malária e pragas da lavoura.

Ocorreu uma seleção natural e reprodução dos insetos mais resistentes e a população ficou resistente ao DDT, mesmo com as aplicações repetidas, e os insetos úteis também foram dizimados.

Houve a tentativa de uso de outros organoclorados (ou mistura), sendo verificada a sua ineficiência após certo tempo de uso. Também houve a troca pelos organofosforados, porém eram mais tóxicos ao homem, com menor efeito residual e a vantagem de não criar resistência nos insetos. Do ponto de vista ecológico, ambos são muito nocivos.

#### Curiosidade

Organoclorados não são biodegradáveis e tendem a se acumular no meio e contaminar toda a cadeia alimentar. Além disso, a destruição dos insetos reduz o alimento disponível para aves, répteis, anfíbios e mesmo mamíferos.

### Irrigação

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), a prática da irrigação melhora a produtividade do solo com escassez de água, facilitando o transporte, a dissolução e a disponibilidade de nutrientes para os vegetais.

No entanto, o bombeamento e distribuição em excesso da água de mananciais diminuem a vazão de rios, córregos etc., comprometendo a vida aquática e causando assoreamento (carreamento de material superficial para os rios). Já no uso de esgotos, deve ser considerada a contaminação do solo com poluentes tóxicos (metais) e microrganismos **patogênicos**.

### Dicionário

Patogênico: que provoca doenças.

Fonte: Michaelis (2012).

## Mineração

A exploração mineral vem sendo realizada sem levar em consideração as práticas de sustentabilidade, segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), pois grandes áreas são devastadas e contaminadas pela extração de minérios. Além disso, há degradação de áreas verdes, sem reposição da cobertura vegetal e com carreamento da camada superficial do solo pelas chuvas.

## Ocupação Urbana e Industrial

O planejamento urbano vem sendo realizado de forma inadequada, sendo muitas vezes inexistente, conforme Rocha, Rosa e Cardoso (2004). As áreas urbanas sofrem ocupação indiscriminada e um processo contínuo de favelização. Por outro lado, ruas asfaltadas, estruturas de concreto e a redução das áreas verdes provocam a impermeabilização do solo, causando enchentes nos rios e inundações pela chuva.

Já as áreas industriais, muitas vezes, estão localizadas próximo à população, causando conflitos, como o exemplo de Cubatão, onde há indústrias que estão localizadas em área urbana próximo à população, gerando um conflito entre a geração da poluição e a comunidade.

## Disposição de Resíduos no Solo

Existem vários tipos de resíduos que têm origem nas atividades antropogênicas, que acabam sendo dispostos de forma inadequada, como nos lixões.

Segundo Derísio (1992), a disposição inadequada de resíduos ocasiona a proliferação de vetores, como moscas, insetos e roedores, podendo causar doenças, e a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, do solo superficial e subsolo (ex.: depósitos clandestinos de resíduos perigosos), além da contaminação da cadeia alimentar com compostos tóxicos, com assimilação pelas raízes das hortaliças e cereais, ou no leite e na carne, através da ingestão pelo gado da pastagem localizada em áreas contaminadas.

No caso do lixo, que é o resíduo domiciliar, este é coletado e transportado para uma área de disposição, a qual é chamada "lixão".

Os lixões não têm projeto, procedimentos ou estrutura adequados, como a ausência de impermeabilização do solo, para prevenir a sua contaminação e a infiltração no solo da água da chuva e do líquido gerado na decomposição do lixo (**chorume**). Isso ocasiona a contaminação do solo, do subsolo e de aquíferos subterrâneos (como, por exemplo, pelos metais, que se acumulam nos vegetais, tornando os alimentos impróprios ao consumo).

### Saiba mais

Chorume: líquido escuro de composição bastante variável que adquiriu características poluentes devido ao seu contato com uma massa de resíduo sólido em decomposição.

Chorume (agronomia): denominação empregada para designar o líquido resultante da lavagem de estábulos, cocheiras, salas de ordenha e pocilgas. É composto de estrume, urina de animal e da própria água usada na lavagem das instalações, podendo ser utilizado como adubo (IBGE, 2004).

Ainda, pode ocorrer o arraste de lixo pela ação das chuvas, bem como o assoreamento de rios, lagos, provocando enchentes devido ao assoreamento e o conseqüente transbordamento dos rios, além do entupimento de bueiros e redes de drenagem nas áreas urbanas, causando inundações.

Outros exemplos de disposição inadequada de resíduos no solo são:

- “Love Canal” – Estados Unidos: depósito clandestino de organoclorados no terreno onde foi construída uma escola de crianças;
- Aterro Georgsweder – Alemanha: chorume contendo dioxinas;
- Samaritá – Cubatão: contaminação por depósito clandestino de pentaclorofenol.

### Atividade Microbiana no Solo

Segundo Razzolini (2008), os microrganismos do solo têm atividade intensa na camada

superficial, mas esta cai, diminuindo conforme a profundidade.

Os microrganismos do solo participam dos ciclos biogeoquímicos na fixação e decomposição dos elementos para que ocorra o equilíbrio do ciclo. Também formam o húmus, importante para a recomposição do solo.

Alguns tipos de microrganismos encontrados no solo são: bactérias, fungos e leveduras, algas e protozoários. As bactérias são abundantes no solo. Um exemplo são as do tipo *Rhizobium SP*, que ficam na região do solo ao redor das raízes e fixam o nitrogênio do ar através das raízes das plantas.

Os fungos e leveduras também são abundantes no solo e podem atuar como decompositores de matéria orgânica. Um exemplo de fungo é o *Aspergillus*. As algas ocorrem na região superficial do solo, tendo como exemplo a *Navicula*. Já os protozoários, que são seres unicelulares, são encontrados na região superficial do solo, são consumidores de algas, bactérias e fungos e também atuam como decompositores.

## 5.6 Resumo do Capítulo

Prezado(a) aluno(a), mais uma etapa do conteúdo desta apostila terminou. Você aprendeu sobre a composição, as características, as propriedades físico-químicas do solo e sua utilização.

Você conheceu processos nocivos que contribuem para a degradação do solo, como fatores que ocasionam os processos erosivos, o uso de inseticidas e fertilizantes, as atividades de mineração e a disposição de resíduos de forma inadequada. Além disso, a ocupação irregular do solo, o crescimento desordenado dos grandes centros urbanos, a favelização acentuada e a diminuição das áreas permeáveis também contribuíram para o surgimento de diversos problemas, como a contaminação do solo e o aparecimento das inundações.

Agora, vamos resolver as atividades propostas, que estão comentadas no final.

## 5.7 Atividades Propostas

1. **Cite e caracterize as fases do solo.**
2. Faça um breve comentário sobre os fatores e as práticas adotadas que podem contribuir para o aparecimento de processos erosivos.
3. Por que a aplicação de inseticidas na agricultura pode ser nociva para o meio ambiente?
4. Enumere os problemas causados pela disposição inadequada de resíduos do solo.

## 6 MEIO: ÁGUA - COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES E USO

### 6.1 Disposição da Água

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), a disponibilidade de recursos hídricos pode ser visualizada no Quadro 11, no qual podemos obser-

var que o Brasil é o país com a maior disponibilidade de água doce, com cerca de 17% do total do planeta (UNESCO, 2003).

**Quadro 11** – Disponibilidade de recursos hídricos.

País	Disponibilidade de água doce (bilhões m <sup>2</sup> de água doce)
Brasil	6,2
Rússia	4
Estados Unidos	3,7
Canadá	3,2
China	2,8
15 países da Comunidade Europeia	1,7

**Fonte:** Rocha, Rosa e Cardoso (2004).

A água disponível por habitante também é variável de acordo com a região do planeta, pois, na Guiana Francesa, chega a 812 m<sup>2</sup> *per capita*; no Brasil, chega a 48,3 m<sup>2</sup> *per capita*; e, no Kuwait, a 10 m<sup>2</sup> *per capita* (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2004). Embora o Brasil seja o país com maior disponibilidade de recursos hídricos, não é o que mais disponibiliza o recurso para cada habitante.

Entre os maiores consumidores de água, estão a Índia (552 km<sup>3</sup>/ano), a China (500 km<sup>3</sup>/ano) e os Estados Unidos (467 km<sup>3</sup>/ano) (ROCHA; ROSA;

CARDOSO, 2004), observando-se que são países populosos.

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), a Organização Mundial de Saúde (OMS) estimou o consumo médio por indivíduo em 300 litros (1994), porém esse número foi revisto e chegou-se a 50 litros (2003).

### Curiosidade

- **Quase 70% da água doce do mundo está sob a forma de gelo.** Parte do restante constitui os aquíferos que vêm sendo explorados num ritmo maior do que a taxa natural de recarga;
- Dois terços de nossa água são usados no cultivo de alimentos;
- Com 83 milhões de pessoas adicionais no planeta por ano, é hora de mudarmos os nossos critérios de uso;
- Cada brasileiro consome cerca de 132 litros de água por dia. Milhões de pobres no mundo sobrevivem com menos de 19 litros;
- 46% da população mundial não tem água encanada em casa. Nos países em desenvolvimento, as mulheres caminham em média 6 quilômetros para obter água;
- Em quinze anos, 1,8 bilhão de pessoas viverão em regiões com grave escassez de água.

Fonte: <http://www.aguahtz.com.br/2010/04/01/national-geographic-especial-o-mundo-tem-sede/>

## 6.2 Distribuição da Água

Segundo Derísio (1992), a água faz parte de 2/3 do peso do homem e 9/10 do peso dos vegetais.

No mundo, o volume total de água chega a 1,4 milhão de km<sup>3</sup>. A distribuição da água na crosta terrestre é estimada em:

- **água salgada:** 97,2%;
- **água doce:** 2,8%, dividida em:
  - **77%** geleiras;
  - **21%** águas subterrâneas;
  - **1%** águas superficiais.

## 6.3 Estado Físico da Água

A água aparece na natureza em três estados: **sólido, líquido e gasoso**, os quais estão **relacionados com as condições do meio**, como, por exemplo, a temperatura (RECURSOS, 2010).

No estado **sólido**, a água adquire a forma do recipiente que a contém e as moléculas se encontram muito próximas, como, por exemplo, o **gelo** (temperatura a 0 °C). No estado **líquido**, a água assume a forma do recipiente em que está contida e as moléculas estão mais separadas do que no estado sólido, como, por exemplo, nas garrafas de água (temperatura ambiente 25 °C). No estado **gasoso**, a água está sob a forma de vapor e as moléculas estão bem mais separadas

do que no estado líquido, como, por exemplo, o **vapor d'água** (temperatura de 100 °C).

A água também está sujeita a **mudanças de estado, conforme variem as condições físicas do meio**, como, por exemplo, a **temperatura**. Exemplo: a água passar do estado sólido para o líquido quando há aumento de temperatura. As mudanças de estado estão apresentadas no Quadro 12.

**Quadro 12** – Mudança de estado da água.

De	Para	Mudança
Sólido	Líquido	Fusão
Líquido	Sólido	Solidificação
Líquido	Vapor	Vaporização
Vapor	Líquido	Liquefação ou condensação
Sólido	Vapor	Sublimação
Vapor	Sólido	Sublimação

Fonte: Adaptado de Recursos (2010).

## 6.4 Algumas Propriedades da Água

A água doce apresenta as seguintes propriedades:

- incolor (não tem cor);
- inodora (não tem cheiro);
- insípida (não tem sabor).

Outras propriedades relevantes do ponto de vista ambiental incluem: a densidade, o calor específico, a viscosidade, a tensão superficial e a penetração de luz (BRANCO; ROCHA, 1987).

A **densidade** da água é 800 vezes maior do que a do ar. Essa propriedade permite que os seres vivam em suspensão no meio. A densidade da água varia com a temperatura. Na superfície, ela é menor do que nas profundezas, formando camadas que não se misturam (estratificação) e possuem diferentes temperaturas, densidades e seres vivos.

O **calor específico** é uma propriedade que confere à água a capacidade de ceder ou receber calor, que é muito grande, de modo que não ocorra grande variação de temperatura. Por exemplo, os oceanos, que absorvem grande quantidade de calor do sol e estabilizam a temperatura do planeta.

A **viscosidade** é representada pelo atrito entre as camadas do líquido e é inversamente proporcional à temperatura. Por exemplo, a sobrevivência do plâncton na superfície da água depende do atrito com o meio (espinhos, prolongamentos, filamentos) para ter maior área superficial e permanecer na superfície dos oceanos.

A **tensão superficial** é uma película formada na superfície da água, que serve de suporte e permite que seres permaneçam na superfície (flutuação). Por exemplo, os besouros d'água, patos (penas impermeáveis à água).

A **penetração da luz** depende do comprimento de onda e das radiações incidentes. A água oferece mais resistência à passagem da luz do que o ar e permite que seres vivos com diferentes necessidades de luz/calor sobrevivam em diversas camadas (estratificação). Por exemplo, nos oceanos, espécies diferentes de seres vivem do próximo à superfície e outras nas profundezas.

## 6.5 Algumas Propriedades Químicas

A fórmula química da água é  $H_2O$  e apresenta propriedades químicas importantes em relação ao meio ambiente (BRANCO; ROCHA, 1987).

- **Solvente universal:** a água tem a capacidade de dissolver compostos orgânicos e inorgânicos (sólidos, líquidos ou gasosos) que conferem cor, cheiro ou sabor, e é chamada de **solvente universal**. Além disso, regula a sobrevivência dos seres devido à disponibilidade de elementos dissolvidos;
  - a. **Dissolução de gases:** a água possui **gases dissolvidos**, que dependem da temperatura, pressão parcial e solubilidade do gás. Por exemplo, os seres aeróbios dependem do  $O_2$  dissolvido na água para sobreviver. Ainda, os **compostos biodegradáveis** lançados na água são aqueles passíveis de degradação biológica, porém, nesse processo, devido à disponibilidade de alimento, há aumento da população de microrganismos e do consumo de  $O_2$ , provocando a diminuição do teor de  $O_2$  disponível no meio, causando a mortandade de peixes e outros organismos;
  - b. **Dissolução de sais minerais:** a água possui **sais minerais**, originários do desgaste físico e químico da água em contato com o solo por onde passa o curso d'água e da decomposição de vegetais e animais que ocorrem nele. Esses elementos são importantes para o desenvolvimento dos organismos autótrofos.

As coleções de água, quando recebem contribuição de atividades **antropogênicas** indiretas (aplicação de fertilizantes no solo carreados pela

chuva) ou diretas (lançamento de esgotos sem tratamento etc.), apresentam elevado teor de sais.

### Dicionário

Antropogênico: induzido ou alterado pela presença e atividade do homem.

Fonte: Michaelis (2012).

- c. **Dissolução de matéria orgânica:** segundo Branco e Rocha (1987), a água possui **matéria orgânica** dissolvida, a qual pode ter duas origens: autóctone e alóctone.

A **autóctone** tem origem nas atividades dos produtores (seres autótrofos). Ex.: algas, que sintetizam seu próprio alimento.

A **alóctone** tem origem no solo lavado pelas chuvas, folhas, restos de vegetais e animais, contribuição das atividades humanas etc.

Quando há alta disponibilidade de matéria orgânica, ocorre o fenômeno da **eutrofização** pelo aumento da fertilização de um ecossistema aquático através da elevação da quantidade de elementos nutrientes (como N, P, K), que causam o aumento do alimento disponível e da população de algas e peixes. No entanto, o elevado consumo de  $O_2$  leva à sua escassez, causando mortandade (BRANCO; ROCHA, 1987).

## 6.6 Conceitos e Definições

Em relação à água, podem ser usados os seguintes conceitos e definições:

- **Água doce:** retirada de rios, lagos, represas e aquíferos, e também é conhecida como água interior e usada para consumo humano e atividades socioeconômicas;<sup>5</sup>
- **Água salgada:** proveniente dos mares e oceanos, sendo que o mar é fonte de alimento, emprego e energia. O Brasil tem extensa área costeira e há exploração dos recursos marinhos, que devem estar associados à **sustentabilidade exploratória** dos recursos pesqueiros, através da pesca artesanal, do turismo e da contribuição das comunidades tradicionais da orla marítima, em relação ao folclore, tradições e estilo de vida;<sup>6</sup>
- **Água salobra:** água com salinidade intermédia entre a água salgada (marinha) e a água doce, isto é, com salinidade entre 5% e 30%. É, portanto, uma mistura de água doce com água salgada. Ocorre em ambientes diversificados, mas principalmente em estuários e lagunas, embora alguns mares sejam, também, constituídos por água salobra (GLOSSÁRIO RGCI, 2012);
- **Água mineral:** é proveniente de fontes naturais ou artificiais captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns e que tenham propriedades terapêuticas com características que lhe conferem uma ação medicamentosa (Código de Águas Minerais do Brasil);<sup>7</sup>
- **Água bruta (*in natura*):** pode apresentar um alto teor de impurezas, o que requer tratamento, para evitar ingestão de compostos químicos nocivos à saúde, prevenção de doenças etc., e atingir o padrão de qualidade para o consumo, pois o consumo humano requer padrão mais restritivo;<sup>8</sup>
- **Água potável:** pode ser consumida sem tratamento, mas dar preferência à água tratada, tendo como característica ser inócua do ponto de vista fisiológico e organoléptico (sem impurezas que danifiquem a saúde e ausência de cor, turbidez, odor, sabor, partículas, espumas etc.). Os padrões seguem os estabelecidos pela legislação nacional e internacional (CARACTERÍSTICAS, 2010);
- **Águas subterrâneas:** são águas sub-superficiais, passíveis de serem captadas em obras de engenharia (poços; drenos). Representam a maior reserva de água doce (quantidade e qualidade) (ABAS, 2010);
- **Água superficial:** é toda água que constitui os corpos d'água com superfície livre em contato direto com a atmosfera. Como exemplos, citam-se: rios, lagos, mares.<sup>9</sup>

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/32-Tipos-de-%C3%81guas>>. Acesso em: jun. 2012.

<sup>6</sup> Ibid.

<sup>7</sup> Ibid.

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>9</sup> Ibid.

## 6.7 Algumas Características de Mares e Oceanos

Segundo Branco e Rocha (1987), os mares e oceanos têm grande capacidade de dissolução e biodegradação de compostos em razão de suas características (volume, movimento etc.). Recebem compostos orgânicos e inorgânicos oriundos das águas dos rios e todos os produtos da erosão do solo e despejos sólidos e líquidos das atividades humanas.

As substâncias dissolvidas conferem a essas águas cor, sabor (levemente salgado) e odor característicos.

Mares e oceanos podem ser utilizados para transporte marítimo (carga e passageiros), obtenção de produtos (pesca), produção de O<sub>2</sub> pelos microrganismos aquáticos (fitoplâncton) e lazer (praias, esportes aquáticos etc.).

O conceito de **balneabilidade**<sup>10</sup> está ligado à qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, que é o contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui aquático etc.), em que a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada. Foram estabelecidos indicadores para a classificação da balneabilidade das praias, sendo a densidade de coliformes fecais o indicador básico em termos sanitários.

Os fatores que influenciam na balneabilidade são:<sup>11</sup>

- sistemas de coleta e disposição dos despejos domésticos nas proximidades;
- condições de maré;
- fisiografia da praia;
- ocorrência de chuvas;
- existência de córregos afluindo ao mar;

- afluência turística durante os períodos de temporada.

Os **mangues**, segundo Branco e Rocha (1987), são sistemas ecológicos caracterizados por área de pântano (com matéria em decomposição), sujeitos à inundação das marés, localizados às margens de rios e lagos de água salobra e oscilante. Têm grande importância ambiental, pois previnem a inundação dos continentes, evitando o efeito de grandes marés e enchentes.

Têm vegetação característica adaptada à instabilidade física do meio, como falta de O<sub>2</sub> no solo devido à ação dos microrganismos, acidez e excesso de sais. Algumas plantas têm sistema radicular (raízes) em contato com o ar e absorvem o O<sub>2</sub> diretamente da atmosfera. Os animais vivem de folhas, frutos, vegetais em decomposição e plâncton.

<sup>10</sup> Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Praias/18-balneabilidade>>. Acesso em: jun. 2012.

<sup>11</sup> Ibid.

## 6.8 Usos da Água

Segundo Derísio (1992), os usos da água podem ser divididos em: consuntivo e não consuntivo.

O uso **consuntivo** ocorre quando há retirada de água do meio. Como exemplos, podem ser citados o abastecimento de água industrial e a irrigação. O uso **não consuntivo** ocorre quando não há retirada de água (perda). Como exemplos, são citados uso para recreação e lazer, preservação da flora e fauna, geração de energia, transporte e deposição de despejos.

Entre os usos citados, destacam-se (DERÍSIO,1992):

**a) abastecimento industrial:** água é utilizada em atividades industriais direta ou indiretamente, principalmente em:

- processos de fabricação do produto sem se integrar ao produto e sem entrar em contato com a matéria-prima. Como exemplos, podemos citar as águas de refrigeração, água de caldeira (requer tratamento anterior ao uso);
- processos em que se integra ao produto fabricado. Como exemplo, tem-se a fabricação de produtos alimentícios (sopas, caldos, molhos, sucos, bebidas etc.). Não pode interferir no paladar, conferir gosto ao produto nem prejudicar a saúde;
- processos em que entra em contato com a matéria-prima ou o produto final. Como exemplo, temos a água de lavagem (depende do processo e do produto). A água não pode interferir na qualidade e composição final do produto;
- serviços complementares de fabricação. Como exemplos, têm-se a higiene dos operadores, limpeza de

equipamentos, prevenção e proteção contra incêndios;

**b) abastecimento público:** água que passa por estações de tratamento, tornando-a isenta de elementos patogênicos, tóxicos ou radioativos, que a tornem imprópria ao uso, que é distribuída por sistemas públicos ou coletivos e que é utilizada para e pela população com diferentes finalidades, entre elas:

- cozimento de alimentos, bebida, higiene pessoal, limpeza de utensílios e habitações, irrigação de jardins, lavagem de pisos;
- uso pelos serviços públicos, como combate a incêndio, limpeza de ruas etc.;

**c) irrigação:** água que requer determinado padrão de qualidade, para não contaminar alimentos (microrganismos e materiais tóxicos), para uso no cultivo de hortaliças, vegetais e frutas (DERÍSIO,1992);

**d) preservação da flora e da fauna:** água que não deve conter substâncias tóxicas, mas deve ter concentração adequada de oxigênio dissolvido. Observa-se que, em relação às chamadas obras hidráulicas (como a construção de barragem, canal de drenagem ou retificação de curso d'água), elas podem provocar alteração da vida aquática, devido à alteração nas condições do meio líquido (DERÍSIO,1992).

**e) geração de energia:** principalmente, em hidrelétricas, pela transformação da energia hidráulica em elétrica. A água é usada para a geração de vapor na geração de energia elétrica pelo uso de combustível fóssil, nuclear ou termelétricas (DERÍSIO,1992);

**f) recreação e lazer:** a água pode ser usada com as seguintes finalidades:

- **contato direto com o meio líquido:** a qualidade da água deve ser mais restritiva devido ao contato, para evitar doenças de pele, por ingestão etc. Exemplo: natação, esqui aquático, surfe etc.;
- **sem contato com o meio líquido:** são exemplos o uso de barcos a remo, vela ou motor e a pesca esportiva;
- **composição do ambiente:** com finalidade de fins paisagísticos;
- **piscinas:** saneamento e desinfecção para evitar problemas de saúde pública;

**g) transporte:** a água pode ser usada como meio de transporte de cargas ou de pessoas, seja por via marítima ou fluvial (DERISIO,1992);

**h) disposição de efluentes e resíduos:** desde a Antiguidade, a água é utilizada para disposição de efluentes e resíduos da civilização humana, devido à quantidade e às suas propriedades e possibilidades de autodepuração.

Esse uso, sem cuidados, pode tornar a água imprópria para outros fins mais nobres (DERISIO, 1992). Como exemplo, cita-se o rio Tietê (SP), no qual a poluição impede a recreação de contato primário na área urbana.

Segundo Sewell (1978), a água pode estar contaminada por microrganismos (como bactérias, vírus, protozoários, vermes e fungos), que causam doenças, como cólera, febre tifoide, entre outras, cuja veiculação hídrica tem sido ainda uma das principais causas de mortalidade no mundo.

## 6.9 Resumo do Capítulo

Caro(a) aluno(a), encerramos mais um capítulo, onde você teve a oportunidade de conhecer a distribuição e a disponibilidade de água em nosso planeta; além disso, você compreendeu as propriedades químicas desse composto inorgânico, bem como as suas formas de utilização.

Você deve ter reconhecido que a água é um recurso natural essencial, pois é componente dos seres vivos, meio de vida de diversas espécies vegetais e animais, elemento representativo de valores socioculturais e fator de produção de bens de consumo e produtos agrícolas.

Agora, chegou o momento de você aplicar os conhecimentos que você aprendeu até agora. No final desta apostila, você encontrará os comentários dessas atividades propostas.

## 6.10 Atividades Propostas

1. **Faça um breve comentário sobre a distribuição de água em nosso planeta.**
2. Como são classificados os usos da água?
3. Após ter estudado este capítulo, **faça uma reflexão, enumerando em seguida, sobre quais medidas devem ser adotadas pelo Poder Público na preservação de nossos mananciais.**

# 7

## RECURSOS NATURAIS - DISPONIBILIDADE

### 7.1 Definição de Recursos Naturais

A natureza fornece alimento, água e abrigo para a sobrevivência dos seres vivos. A humanidade sempre utilizou os recursos naturais para o próprio sustento e, mais tarde, para a produção de bens (Revolução Industrial), tornando-os

acessíveis a várias regiões do planeta. Os recursos naturais são tudo que é necessário para a nossa sociedade e que faz parte da natureza, como o solo, a água, o ar, as florestas, os animais (BRASIL ESCOLA, 2010).

#### Saiba mais

##### Revolução Industrial

A substituição das ferramentas pelas máquinas, da energia humana pela energia motriz e do modo de produção doméstico pelo sistema fabril, constituiu a Revolução Industrial; revolução, em função do enorme impacto sobre a estrutura da sociedade, num processo de transformação acompanhado por notável evolução tecnológica.

A Revolução Industrial aconteceu na Inglaterra, na segunda metade do século XVIII, e encerrou a transição entre feudalismo e capitalismo, a fase de acumulação primitiva de capitais e de preponderância do capital mercantil sobre a produção.

Fonte: <http://www.culturabrasil.org/revolucaoindustrial.htm>.

### 7.2 Classificação dos Recursos Naturais

Os recursos naturais podem ser classificados como recursos naturais renováveis e não renováveis (WIKIPÉDIA, 2010b).

Os recursos naturais **renováveis** são os elementos naturais que possuem uma capacidade de renovação após sua utilização nas atividades antropogênicas, como as florestas, água e solo. Quando o seu uso não é racional, os recursos renováveis se tornam não renováveis, pois a taxa de utilização é maior do que sua capacidade de renovação e sustentação. Ainda, podem se recupe-

rar ou renovar, com ou sem interferência humana (WIKIPÉDIA, 2010b).

Os recursos naturais **não renováveis** são os elementos naturais que não se renovam ou demoram muito tempo para se recuperar, como o petróleo, os minérios, entre outros. São usados nas atividades antrópicas; o aumento da exploração e a posterior extração diminuem as reservas existentes (WIKIPÉDIA, 2010b).

Segundo Branco e Rocha (1987), o esgotamento das reservas de petróleo poderá acontecer pela contínua extração e uso.

Em função da exploração excessiva, as reservas minerais da Terra também estão em contínuo esgotamento. Um exemplo é o aumento da produção siderúrgica pelo aumento mundial do uso do aço, causando um esgotamento contínuo das jazidas de ferro.

Com isso, o uso racional dos recursos não renováveis poupá-los-ia para o futuro (WIKIPÉDIA, 2010b).

Existem recursos naturais que são **inesgotáveis**, ou seja, não se acabam, como o sol e o vento (BRASIL ESCOLA, 2010).

Em relação à capacidade de produzir energia, podem ser classificados em energéticos e não energéticos (WIKIPÉDIA, 2010b).

Os **recursos energéticos** são aqueles utilizados para geração de energia, como os carvões e o petróleo. A água também é citada como recurso energético, devido à transformação da energia mecânica (barragens) em energia elétrica.

Os **recursos não energéticos** são aqueles que não são utilizados para a geração de energia, como os minerais. Porém, nesse caso, há exceções, como o urânio e o plutônio, que são radioativos e utilizados para a geração de energia.

## 7.3 Biodiversidade

### Curiosidade

#### Biodiversidade

A quantidade de espécies vegetais e animais existente no mundo perfaz entre 10 e 50 milhões, mas somente 1,5 milhão de espécies foi classificada e cadastrada. No Brasil, a megadiversidade abriga 20% das espécies conhecidas.

Como é sabido, o Brasil é considerado o país de maior diversidade de vida do planeta, o que o torna alvo de cobiça e infundáveis discussões sobre a forma de sua utilização econômica.

A importância da biodiversidade foi compreendida há poucos anos, com o desenvolvimento da biotecnologia, começando-se a observar que, quanto mais diversidade de vida possui um país, mais e variados produtos poderia desenvolver, principalmente em termos farmacológicos.

Pois bem, biodiversidade é definida como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros aquáticos

e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas, conforme art. 7º da Convenção sobre a Diversidade Biológica, celebrada na Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92. Portanto, a biodiversidade engloba todos os recursos vivos da terra e, ante a sua importância para o ser humano, pode ser considerada como um conjunto de riquezas, sendo um patrimônio natural de uma nação.

Com o desenvolvimento da biotecnologia, começou-se a observar a importância da diversidade de vida para o desenvolvimento dos mais variados produtos, principalmente os farmacológicos. A biodiversidade tomou notória importância com os estudos do biólogo Edward O. Wilson (1994, 1997). Por sua vez, o descobrimento do potencial real de nossa enorme biodiversidade, a grande extensão territorial brasileira, a falta de recursos para fiscalizá-los, a escassez de recursos naturais no restante do mundo, aliados à falta de conscientização de sua importância científico-econômica, estão facilitando a biopirataria, que é o comércio ilegal de nossa biodiversidade. Aliás, a retirada de nossas riquezas naturais já vem des-

de o descobrimento, quando então iniciou-se a evasão do nosso patrimônio.

O ser humano sempre utilizou os recursos naturais em prol de seu desenvolvimento e mesmo para sua subsistência, mas a explosão demográfica e o desenvolvimento tecnológico havidos nas últimas décadas, principalmente o uso dos recursos biológicos, aumentaram sensivelmente, chegando a comprometer muitos dos ecossistemas da Terra, levando-os praticamente à destruição, com consequências desastrosas para a humanidade.

Por sua vez, a crescente demanda por produtos químicos e fármacos aumentou o interesse sobre a biodiversidade existente nas áreas silvestres pouco ou ainda não exploradas, como a Amazônia. A indústria farmacêutica recentemente retomou o entendimento de que a cura de milhares de enfermidades humanas pode estar nos produtos extraídos dos recursos naturais biológicos das florestas tropicais, o que está fazendo com que suas atenções voltem então para o nosso país (SANTOS, 2012).

O Quadro 13 mostra a contribuição dos ecossistemas terrestres para a biodiversidade.

**Quadro 13** – Contribuição dos ecossistemas terrestres.

Tipo de ecossistema	Contribuição
<b>Floresta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplo: Floresta Amazônica (tropical) (Brasil);</li> <li>- Plantas: orquídeas, bromélias, samambaias, vitória-régia, seringueira;</li> <li>- Frutos: castanha-do-pará, guaraná etc.;</li> <li>- Animais: invertebrados (insetos), aves, roedores etc.</li> </ul>
<b>Campos (savanas) e campinas (pradarias ou estepes)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplo: pampas (Brasil);</li> <li>- Plantas: gramíneas (pasto);</li> <li>- Exemplo: cerrado;</li> <li>- Planta: ipê-do-cerrado (amarelo);</li> <li>- Animais: invertebrados (insetos), aves, roedores, gambás etc.</li> </ul>
<b>Desertos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplo: caatinga (Brasil);</li> <li>- Plantas: juazeiro e oiticica.</li> </ul>
<b>Tundra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplo: regiões polares;</li> <li>- Plantas: musgos e líquens, bétula (mais quentes);</li> <li>- Animais: raposa azul, renas, lemingues etc.</li> </ul>

**Fonte:** Adaptado de Branco e Rocha (1987).

## Ameaças à Biodiversidade

O desenvolvimento da civilização humana causa ameaças à existência da biodiversidade, tais como:

- a **expansão agrícola**;
- a **expansão urbana e industrial**;
- o **desmatamento**, pois cerca de 17 milhões de hectares de floresta tropical são desmatados por ano. Com essa taxa, entre 5 e 10% das espécies que habitam as florestas tropicais poderão estar extintas dentro dos próximos 30 anos;
- o **desperdício de recursos naturais** pela sociedade moderna, com o consu-

mo indiscriminado e descarte contínuo de bens;

- o **uso excessivo de recursos naturais** para grande produção de bens de consumo. Como exemplo, citam-se a elevada produção e uso de papel, com diminuição das florestas nativas;
- a **poluição do meio ambiente**, como o excesso de chuvas ácidas, que está causando acidez das águas dos lagos e impede a sobrevivência de peixes e plantas na Suécia (CORSON, 1996);

- a **introdução de espécies animais e vegetais de ecossistemas diferentes**, que pode colocar em risco a biodiversidade de uma região, como controlar uma peste nas plantações de cana-de-açúcar com predador originário de outro país, que pode se tornar um predador da fauna nativa da região, tornando-se um problema a mais para os produtores e não uma solução.

## 7.4 Distribuição e Apropriação

Os recursos naturais têm ocorrência e distribuição distintas no planeta, devido aos processos naturais de formação da Terra, porém sua apropriação ocorre segundo valores humanos, além de depender de questões econômicas, geográficas e políticas, quando são de cunho estratégico, podendo causar guerras e disputas entre nações (WIKIPÉDIA, 2010b).

Além disso, nem todos os recursos naturais oferecidos pela natureza podem ser aproveitados na sua forma natural e quase sempre precisam ser transformados em bens capazes de satisfazer as necessidades humanas. Por exemplo, os recursos hídricos têm de ser armazenados, tratados e canalizados, seja para consumo, irrigação etc.<sup>12</sup>

Segundo Branco e Rocha (1987), ocorre um conflito entre produção de bens, níveis de consumo, geração de resíduos e proteção ambiental; a distribuição da Tecnologia é desigual no planeta, assim como a dos recursos, pois alguns têm recursos em escassez, enquanto que outros têm em excesso. Por exemplo, as regiões em desenvolvimento têm tecnologia voltada à sobrevivência e melhoria das condições de vida, enquanto as regiões desenvolvidas têm tecnologia de ponta. No

entanto, mesmo nessas regiões, sua distribuição também é desigual, devido às diferenças sociais, criando núcleos menos desenvolvidos.

Em relação ao uso de recursos naturais e sua preservação, segundo Branco e Rocha (1987), devem ser desenvolvidas tecnologias limpas, voltadas ao uso da reciclagem, fontes de energias renováveis, resíduos menos tóxicos, entre outros.

Além disso, o planejamento deve ser realizado para adequação de atividades produtivas à disponibilidade de área e recursos naturais para minimizar o efeito da tecnologia sobre o meio ambiente.

<sup>12</sup>Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/o\\_que\\_compoe\\_a\\_pegada](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/o_que_compoe_a_pegada)>. Acesso em: jun. 2012.

## 7.5 Pegada Ecológica

A **pegada ecológica** é um termo que se refere a um país, cidade ou pessoa e que está relacionado ao tamanho das áreas produtivas de terra e de mar necessário para gerar produtos, bens e serviços que sustentem determinado estilo de vida de uma sociedade, traduzindo a extensão de território que uma pessoa ou sociedade “utiliza” para se sustentar em hectares (ha) (WWF, 2012).

Para calcular as pegadas, foi preciso estudar os vários tipos de territórios produtivos (agrícola, pastagens, oceanos, florestas, áreas construídas) e as diversas formas de consumo (alimentação, habitação, energia, bens e serviços, transporte e outros). As tecnologias usadas, os tamanhos das populações e outros dados também entraram na conta. Cada tipo de consumo é convertido, por meio de tabelas específicas, em uma área medida em hectares. Além disso, é preciso incluir as áreas usadas para receber os detritos e resíduos gerados e reservar uma quantidade de terra e água para a própria natureza, ou seja, para os animais, as plantas e os ecossistemas onde vivem, garantindo a manutenção da biodiversidade (WWF, 2012).

De modo geral, sociedades altamente industrializadas, ou seus cidadãos, “usam” mais espaços do que os membros de culturas ou sociedades menos industrializadas. Suas pegadas são maiores, pois, ao utilizarem recursos de todas as partes do mundo, afetam locais cada vez mais distantes, explorando essas áreas ou causando impactos por conta da geração de resíduos.

Como a produção de bens e consumo tem aumentado significativamente, o espaço físico terrestre disponível já não é suficiente para nos sustentar no elevado padrão atual. Para assegurar a existência das condições favoráveis à vida, precisamos viver de acordo com a “capacidade” do planeta, ou seja, de acordo com o que a Terra pode fornecer e não com o que gostaríamos que ela fornecesse. Avaliar até que ponto o nosso impacto já ultrapassou o limite é essencial, pois só assim poderemos saber se vivemos de forma sustentável (WWF, 2012).

## 7.6 Resumo do Capítulo

Caro(a) aluno(a), você chegou ao final desta apostila. Neste capítulo você compreendeu que as interferências humanas em comunidades naturais, como desmatamento, e expansão agrícola, industrial e urbana, causam desequilíbrios ecológicos, colocando em risco a biodiversidade local. Aplicar os conhecimentos ecológicos adquiridos na discussão de maneira a evitar ou mitigar os efeitos prejudiciais das interferências humanas no ambiente natural é fundamental para que a sociedade preserve a sua qualidade de vida no presente, como também para as gerações futuras.

Para concluirmos com sucesso esta última etapa, responda às questões propostas deste capítulo, em que abordamos a questão dos recursos naturais, chamando a atenção para um novo termo: a “pegada ecológica”, que é quanto a nossa sociedade utiliza de recursos para manter o padrão de vida e de consumo atuais.

## 7.7 Atividades Propostas

1. Como são classificados os recursos naturais?
2. Explique como a ação antrópica pode ser uma ameaça à biodiversidade.
3. O que compõe a Pegada Ecológica?

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Prezado(a) aluno(a), esperamos que esta apostila tenha contribuído para o entendimento dos assuntos desenvolvidos, pois o intuito é apresentar a você, aluno(a) do curso de Engenharia Ambiental e de Produção da Unisa, na modalidade a distância, a temática sobre as ciências do ambiente, chamando a atenção para os problemas da atualidade, suas causas e efeitos, abrindo uma oportunidade para observação, questionamentos e reflexão sobre as práticas existentes.

Dessa forma, visando sempre ao desenvolvimento de atividades sustentáveis, tanto na esfera ambiental quanto social e econômica, espera-se que a formação acadêmica cumpra seu papel e atinja seus objetivos quando aplicada na atividade profissional.

Ligia Cristina Gonçalves de Siqueira

# RESPOSTAS COMENTADAS DAS ATIVIDADES PROPOSTAS

Caro(a) aluno(a), agora chegou o momento de comentarmos as atividades propostas que você realizou em cada término de capítulo.

## CAPÍTULO 1

1. Os organismos vivos e o seu ambiente não vivo estão inseparavelmente inter-relacionados e interagem entre si. Chamamos sistema ecológico ou ecossistema qualquer unidade que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de nutrientes entre as partes vivas e não vivas. O ecossistema é a unidade funcional básica na ecologia, pois inclui tanto os organismos quanto o ambiente abiótico.
2.
  - a) Os produtores, através da fotossíntese, produzem os compostos orgânicos necessários para a manutenção do fluxo de energia em um determinado ecossistema, além do oxigênio assimilado pelos seres vivos na sua respiração.
  - b) Os decompositores (bactérias e fungos) degradam a matéria orgânica, transformando-a em inorgânica, realizando a ciclagem de nutrientes.
3. O fluxo de energia num ecossistema é unidirecional e vai diminuindo desde os primeiros (produtores) até os últimos (decompositores) níveis tróficos. Apenas cerca de 10% da energia de um nível trófico está disponível para o nível trófico seguinte e esse padrão de dissipação energética e transferência de energia pode ser representado por um triângulo em que as bases seriam os produtores e o ápice seria os decompositores. A energia solar captada e transformada pelos produtores é devolvida ao meio na forma de energia térmica pelos próprios produtores, consumidores e decompositores, tratando-se de um fluxo unidirecional.
4.
  - a) Vegetal > homem (consumidor primário).
  - b) Algas > peixe herbívoro > peixe carnívoro > homem (consumidor terciário).
5. O predatismo é importante para manter o equilíbrio de um determinado ecossistema, pois evita a superpopulação.

## CAPÍTULO 2

1. Os componentes dos ciclos biogeoquímicos são:
  - os reservatórios: funcionam como compartimento dos elementos químicos, garantindo que esses elementos escoem para o meio de maneira uniforme;
  - os compartimentos de troca: esses compartimentos funcionam como recipientes menores dos elementos, garantindo a sua circulação entre os organismos e o meio;
  - os ciclos gasosos: estão presentes na atmosfera ou na hidrosfera;
  - os ciclos sedimentares: são aqueles que se localizam na litosfera.
2. As bactérias *Rhizobium*, que vivem nas raízes das leguminosas, realizam a fixação biológica do nitrogênio contido na atmosfera, transformando-o para a forma de amônia, transferindo o nitrogênio para a cadeia alimentar.
3.
  - a) Chuva ácida: é produzida pela combinação da água atmosférica com os óxidos liberados após a queima de hidrocarbonetos ou liberados por instalações industriais. Ao cair na superfície, altera a composição química do solo e das águas, atinge as cadeias alimentares, destrói florestas e lavouras, e ataca estruturas metálicas, edificações e monumentos, provocando o seu desgaste.
  - b) Efeito estufa: é a capacidade que a atmosfera da Terra apresenta de reter parte da radiação térmica emitida pela superfície do planeta. A luz solar atravessa a atmosfera e, após ser interceptada e parcialmente absorvida pelas superfícies sólidas e corpos d'água, é reemitida como radiação térmica, que encontra dificuldade para sair da atmosfera. O efeito estufa garante temperaturas mais altas na superfície da Terra, onde o Homem exerce grande contribuição para que esse fenômeno aconteça, principalmente pela queima de combustíveis fósseis. O resultado disso pode levar à reorganização climática, com derretimento de geleiras, elevação do nível dos mares, ocorrendo a inundação de determinadas áreas.

## CAPÍTULO 3

1. O aumento populacional, alinhado a um crescimento desordenado das cidades, e o aumento do consumo contribuem para o aumento dos níveis de poluição do solo, ar, dos corpos hídricos, levando ao esgotamento dos recursos naturais disponíveis.
2. Nos países considerados em desenvolvimento, a preservação tem baixa prioridade, pois as necessidades básicas da população, como educação, saúde, segurança, habitação e emprego, não foram atendidas, fazendo com que o Poder Público disponibilize poucos recursos para a área ambiental.

## CAPÍTULO 4

1. O ar é uma mistura de vários elementos, sendo a composição aproximada dada por: Nitrogênio (78%), Oxigênio (20%), Argônio (0,9%), Gás Carbônico (0,03%), Gases inertes, Vapor d'água e material particulado.

2. As principais variáveis meteorológicas e suas características atuam no transporte de compostos pela atmosfera. Podemos citar: os ventos, a temperatura, a radiação solar, umidade e precipitação.
3. A inversão térmica é uma condição meteorológica que ocorre quando uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio, impedindo o movimento ascendente do ar, uma vez que o ar abaixo dessa camada fica mais frio, portanto, mais pesado, fazendo com que os poluentes se mantenham próximo da superfície. Em um ambiente com um grande número de indústrias e de circulação de veículos, como o das grandes cidades, a inversão térmica pode levar a altas concentrações de poluentes. Essas inversões acontecem durante todo o ano, porém no inverno essa camada de inversão é mais estreita e, quando ocorre em uma cidade poluída, como São Paulo, provoca transtornos, pois os poluentes ficam aprisionados muito próximos à população, tornando o ar insalubre e agravando os problemas de saúde.

## CAPÍTULO 5

1. Os solos apresentam 3 fases:
  - **fase sólida:** apresenta 3 frações:
    - mineral: formada pela desagregação física das rochas;
    - orgânica: composta por plantas e animais mortos e também por produtos de degradação biológica;
    - biológica: é formada pela trituração, aeração, decomposição e matéria orgânica presente no solo;
  - **fase líquida:** composta de água com compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos da fase sólida;
  - **fase gasosa:** possui as seguintes características: tem os mesmos compostos da atmosfera, porém a composição não é fixa; há consumo de  $O_2$  e liberação de  $CO_2$ , pelos organismos aeróbios.
2. Os fatores que contribuem para os processos erosivos são muitos, entre eles, podemos citar:
  - quantidade e intensidade de chuvas que arrastam grande quantidade de material;
  - declividade do terreno, pois facilita a remoção de partículas do solo;
  - estrutura e composição do solo, pois, quando existe uma menor aderência entre as partículas do solo, é maior o grau de erosão.
  - falta de cobertura vegetal, aumentando o impacto das chuvas no solo e a velocidade de escoamento superficial da água.

Em relação às práticas, podemos citar:

- construção civil: ocupação irregular do solo;
- exploração extrativa do solo através da remoção de materiais que causam alterações;
- atividades agrícolas: substituição da mata nativa por plantações;
- desmatamento;
- queimadas.

3. Os inseticidas são utilizados para eliminar os insetos que atacam as plantações. Quando ocorre o emprego excessivo desses compostos químicos, há o acúmulo dessas substâncias no meio ambiente, influenciando no equilíbrio do ecossistema através da contaminação da cadeia alimentar.
4. A disposição inadequada de resíduos sólidos ocasiona uma série de problemas, tais como:
  - proliferação de vetores, como moscas, insetos e roedores;
  - contaminação de águas subterrâneas e superficiais do solo;
  - contaminação da cadeia alimentar com compostos tóxicos;
  - o arraste desses resíduos pode provocar o assoreamento de corpos d'água, além do entupimento de redes de drenagem das áreas urbanas.

## CAPÍTULO 6

1. No mundo, o volume total de água chega a 1,4 milhão de km<sup>3</sup>, sendo a distribuição da água na crosta terrestre estimada em:
  - **água salgada:** 97,2 %;
  - **água doce:** 2,8 %, dividido em:
    - 77% geleiras;
    - 21% águas subterrâneas;
    - 1% águas superficiais.
2. O uso da água pode ser dividido em:
  - uso consuntivo: quando ocorre retirada de água no meio; como exemplos, temos o abastecimento doméstico e o abastecimento industrial;
  - uso não consuntivo: ocorre quando não há a retirada de água no meio; como exemplos, podemos citar o uso para recreação e lazer, e a geração de energia.
3. As ações adotadas pelo Poder Público para preservar os mananciais são inúmeras, entre elas, podemos citar:
  - não permitir a ocupação irregular do solo nas áreas de mananciais;
  - implementar a coleta seletiva do lixo;
  - reurbanização de favelas que lançam resíduos diretamente nos mananciais;
  - criar programas de habitações populares;
  - aumento das áreas verdes no entorno dos mananciais;
  - programas de educação ambiental nas escolas e associações de bairro;
  - campanhas para que o cidadão não jogue lixo nas ruas;
  - despoluição dos córregos poluídos.

## CAPÍTULO 7

1. Os recursos naturais podem ser classificados como:
  - **recursos naturais renováveis:** elementos naturais que possuem uma capacidade de renovação após sua utilização nas atividades antropogênicas, como as florestas, água e solo. Quando ocorre a utilização não racional desses recursos, em que a taxa de utilização é maior do que sua capacidade de renovação, esses recursos tornam-se não renováveis;
  - **recursos naturais não renováveis:** são recursos naturais que não se renovam ou demoram muito tempo para se recuperar; podemos citar o petróleo. O aumento da exploração desses recursos provoca o esgotamento das reservas.
  
2. O desenvolvimento humano pode colocar em risco a biodiversidade através:
  - da expansão agrícola, com a degradação dos habitats naturais: contribui para o desaparecimento de espécies vegetais e animais;
  - da degradação de áreas verdes devido à expansão urbana e industrial;
  - do uso excessivo de recursos naturais para a produção de bens de consumo, ocasionando a diminuição das florestas nativas;
  - da poluição do meio ambiente, como o excesso de chuvas ácidas, que está causando acidez nos lagos, provocando a morte de peixes e de plantas macrófitas;
  - da introdução de espécies animais e vegetais de ecossistemas diferentes, colocando em risco a biodiversidade de uma região.
  
3. A Pegada Ecológica de um país, de uma cidade ou de uma pessoa corresponde ao tamanho das áreas produtivas de terra e de mar necessário para gerar produtos, bens e serviços que sustentem seus estilos de vida. Em outras palavras, trata-se de traduzir, em hectares (ha), a extensão de território que uma pessoa ou toda uma sociedade “utiliza”, em média, para se sustentar.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). **Estudos hidrogeológicos**. Disponível em: <[www.abas.org.br/estudos\\_termos.php](http://www.abas.org.br/estudos_termos.php)>. Acesso em: fev. 2010.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. **Elementos de ciências do ambiente**. São Paulo: [s.n.], 1987.

BRASIL ESCOLA. **Os recursos naturais**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/os-recursos-naturais.htm>>. Acesso em: fev. 2010.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CARACTERÍSTICAS da água. Disponível em: <<http://www.farmacia.ufmg.br/agua/informe.htm#potavel>>. Acesso em: fev. 2010.

CICLOS biogeoquímicos. Disponível em: <[http://www.ib.usp.br/ecologia/ciclo\\_biogeoquimicos\\_print.htm](http://www.ib.usp.br/ecologia/ciclo_biogeoquimicos_print.htm)>. Acesso em: fev. 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Seleção de equipamentos de controle de poluição do ar**. São Paulo, 1994.

\_\_\_\_\_. **Inventário nacional de emissão de metano pelo manejo de resíduos**. São Paulo, 1998.

\_\_\_\_\_. **Estimativa de emissões de poluentes atmosféricos**. São Paulo, 2009.

CORRÊA, M. P. **Índice ultravioleta: avaliações e aplicações**. 2003. 247 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Ciências Atmosféricas, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CORSON, W. **Manual global de ecologia**. 2. ed. [S.l.]: Augustus, 1996.

CULTURA BRASILEIRA. **Revolução industrial**. Disponível em: <<http://www.culturabrasil.org/revolucaoindustrial.htm>>. Acesso em: ago. 2011.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. [S.l.: s.n.], 1992.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

INSTITUTO Nacional de Câncer (INCA). Disponível em: <[www.inca.gov.br](http://www.inca.gov.br)>. Acesso em: ago. 2011.

MOURA, L. A. **Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14000 nas empresas**. [S.l.]: Oliveira Mendes, 1998.

ODUM, E. O. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2007.

PHILIPPI, A.; ROMERO, R. A.; BRUNA, C. G. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Editora Manole, 2004.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Biosfera**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-biosfera/biosfera-3.php>>. Acesso em: fev. 2010a.

\_\_\_\_\_. **Cadeia alimentar**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-cadeia-alimentar/o-que-sao-cadeias-alimentares.php>>. Acesso em: fev. 2010b.

\_\_\_\_\_. **Ciclo do fósforo**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-ciclos-biogeoquimicos/ciclo-do-fosforo.php>>. Acessado em: fev. 2010c.

\_\_\_\_\_. **Ar**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-ar/>>. Acesso em: fev. 2010d.

\_\_\_\_\_. **Atmosfera**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-atmosfera/atmosfera-1.php>>. Acesso em: fev. 2010e.

RAZZOLINI, M. T. P. **Microbiologia do ar e transmissão de doenças**. Aulas de Microbiologia Ambiental. Universidade de São Paulo. 2008.

RECURSOS naturais. Parte 1: água. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/agua.html>>. Acesso em: fev. 2010.

RIBEIRO, M. L. et al. **Pesticidas**: uso e riscos para o meio ambiente. **HOLOS Environment**, v. 8, n. 1, p. 53, 2008.

ROCHA, J. L.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. [S.l.]: Bookman, 2004.

SANTOS, A. S. R. **Biodiversidade, bioprospecção conhecimento tradicional e o futuro da vida**. Disponível em: <<http://www.ccuac.unicamp.br/revista/infotec/artigos/silveira.html>>. Acesso em: jun. 2012.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. [S.l.]: CETESB, 1978.

SÓ biologia. Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br>>. Acesso em: fev. 2010.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: [s.n.], 1991.

WIKIPÉDIA. **Atmosfera terrestre**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera\\_terrestre](http://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera_terrestre)>. Acesso em: fev. 2010a.

\_\_\_\_\_. **Recurso natural**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Recurso\\_natural](http://pt.wikipedia.org/wiki/Recurso_natural)>. Acesso em: fev. 2010b.

WILSON, E. O. **Diversidade de vida**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 1994.

\_\_\_\_\_. Biodiversidade. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1997.

WWF. **Pegada ecológica global**. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/pegada\\_ecologica\\_global/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/pegada_ecologica_global/)>. Acesso em: jun. 2012.