



Controle e Gestão Ambiental

Mary Lucy Mendes Guimarães

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Este caderno foi elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará/IFPA-Belém e a Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará/IFPA-Belém

Reitor
Edson Ary de O. Fontes/IFPA-Belém

Direção Geral
Darlindo Maria Pereira Veloso Filho/IFPA-Belém

Coordenação Institucional
Erick Alexandre de Oliveira Fontes/IFPA-Belém

Coordenação de Curso
Oscar Jesus Choque Fernandez/IFPA-Belém

Professor-autor
Mary Lucy Mendes Guimarães/IFPA-Belém

Equipe Técnica
Carlos Lemos Barboza/IFPA-Belém
Fabiano Darlindo Veloso/IFPA-Belém
Gisely Regina Lima Rebelo/IFPA-Belém
Wyllen Soares Pinheiro/IFPA-Belém

Comissão de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria/CTISM

Coordenação Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação Técnica
Iza Neuza Teixeira Bohrer/CTISM

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica
Andressa Rosemárie de Menezes Costa/CTISM
Marcia Migliore Freo/CTISM

Revisão Textual
Eduardo Lehnhart Varga/CTISM
Lourdes Maria Grotto de Moura/CTISM
Vera Maria Oliveira/CTISM

Revisão Técnica
Narà Quadros da Silveira/CTISM

Ilustração
Gabriel La Rocca Cóser/CTISM
Marcel Santos Jacques/CTISM
Rafael Cavalli Viapiana/CTISM
Ricardo Antunes Machado/CTISM

Diagramação
Cássio Fernandes Lemos/CTISM
Leandro Felipe Aguilar Freitas/CTISM

Setor de Processamento Técnico – Biblioteca IFPA – Campus Belém

G963c Guimarães, Mary Lucy Mendes.
Controle e gestão ambiental / Mary Lucy Mendes Guimarães. —
Belém : IFPA ; Santa Maria : UFSM, 2012.
88p.

1. Meio ambiente. 2. Gestão ambiental. 3. Controle ambiental.
I. Escola Técnica Aberta do Brasil. II. Título.

CDD: 304.2

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo ao e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional pública de ensino, a Escola Técnica Aberta do Brasil, instituída pelo Decreto nº 6.301, de 12 de dezembro de 2007, com o objetivo de democratizar o acesso ao ensino técnico público, na modalidade a distância. O programa é resultado de uma parceria do Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação a Distância (SEED) e de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), as universidades e escolas técnicas estaduais e federais.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade e ao promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes dos grandes centros geográfica e ou economicamente.

O e-Tec Brasil leva os cursos técnicos a locais distantes das instituições de ensino e para a periferia das grandes cidades, incentivando os jovens a concluir o ensino médio. Os cursos são ofertados pelas instituições públicas de ensino, e o atendimento ao estudante é realizado em escolas-polo integrantes das redes públicas municipais e estaduais.

O Ministério da Educação, as instituições públicas de ensino técnico, seus servidores técnicos e professores acreditam que uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e da educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Janeiro de 2010

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Conceitos básicos sobre meio ambiente	15
1.1 Origem de vida na Terra.....	15
1.2 Expressões de vida na Terra.....	17
Aula 2 – Evolução da consciência e do movimento ambiental no Brasil e no mundo	27
2.1 Princípios da consciência ambiental no mundo: a educação <i>versus</i> a coerção.....	27
2.2 Despertar da consciência ecológica e ambiental.....	28
2.3 Desenvolvimento sustentável: desafio ou mito.....	30
2.4 A consciência ambiental no Brasil.....	32
Aula 3 – Controle ambiental do ar	35
3.1 Poluição do ar.....	35
3.2 Tipos de poluição atmosférica.....	38
3.3 Classificação da poluição atmosférica.....	38
3.4 Gases que provocam a poluição do ar.....	39
3.5 Os resíduos poluentes do ar provenientes da indústria sidero-metalúrgica.....	40
3.6 Efeitos da poluição do ar.....	42
3.7 Ações para o controle ambiental do ar.....	44
Aula 4 – Fenômenos ambientais globais decorrentes da poluição atmosférica	45
4.1 Efeito estufa.....	45
4.2 Chuva ácida.....	47
4.3 Camada de ozônio.....	48
4.4 Os acordos e as convenções sobre as mudanças climáticas.....	49

Aula 5 – Controle ambiental dos recursos hídricos	53
5.1 Ciclo hidrológico.....	53
5.2 Uso da água.....	55
5.3 Poluição da água.....	55
5.4 Desperdício da água.....	56
5.5 Tratamento da água.....	58
Aula 6 – Controle ambiental dos resíduos sólidos	61
6.1 Conceito de resíduos sólidos.....	61
6.2 Classificação de resíduos sólidos.....	61
6.3 Gerenciamento e manejo de resíduos sólidos.....	65
6.4 Coleta e reciclagem de resíduos sólidos.....	67
6.5 Técnicas para tratamento e disposição final de resíduos sólidos.....	68
Aula 7 – Política e gestão ambiental no Brasil	73
7.1 Política ambiental no Brasil.....	73
7.2 Gestão ambiental no Brasil.....	77
Referências	85
Currículo do professor-autor	88

Palavra do professor-autor

Caro aluno seja bem vindo.

É uma grande alegria poder ampliar minha experiência como docente neste intercâmbio de conhecimento promovido a partir do ensino a distância. Maior satisfação se dá em função da possibilidade de interação construtiva em um ambiente saudável com um maior número de pessoas por meio de poderoso instrumento de comunicação: a internet. Entendo que para a construção do saber dispomos de múltiplas formas de aprendizado. Essa é mais uma das formas e tem origem na era da revolução tecnológica. Espero que possamos fazer deste saber e desse instrumento, oportunidade para a formação de cidadãos cada vez mais conscientes.

Mary Lucy Mendes Guimarães



Apresentação da disciplina

Nossa disciplina é denominada Controle e Gestão Ambiental. As palavras controle e gestão sugerem que algum tipo de recurso possa ser adequado para isso. A nossa disciplina apresenta os recursos que são disponibilizados pelo meio ambiente, e ainda, fala da necessidade de administrar esses recursos de forma adequada, racional e sustentável.

A necessidade da disciplina, em primeiro lugar, pressupõe a formação e estabelecimento de um processo de conscientização de cidadãos dispostos ao convívio harmônico com o meio ambiente. E, em segundo lugar, a capacitação de profissionais pró-ativos para atuarem no mercado de trabalho com o respaldo da legislação e da técnica ambiental.

O processo de conscientização ambiental é condição imprescindível para desenvolvimento de qualquer sociedade. Escassez de água, miséria, fome, poluição do solo, extinção de espécies, aquecimento global, etc. Ainda nos deparamos com realidades bastante distintas quando se trata de compatibilizar crescimento econômico e desenvolvimento humano. Este é o principal desafio a ser vencido para a preservação do meio ambiente e da sociedade.

Por isso, a necessidade de uma formação profissional que proponha múltiplos saberes e que atendam, ao mesmo tempo, as necessidades do mercado de trabalho e de uma sociedade mais inclusiva socialmente, ambientalmente prudente e economicamente justa. Aproveite os capítulos que aqui serão apresentados como oportunidade para ampliar seu conhecimento, sua consciência cidadã e enriquecer sua base de formação profissional.



Projeto instrucional

Disciplina: Controle e Gestão Ambiental (carga horária: 30h).

Ementa: Conceitos básicos sobre meio ambiente. Evolução da consciência e do movimento ambiental no Brasil e no mundo. Controle ambiental do ar. Fenômenos ambientais globais decorrentes da poluição atmosférica. Controle ambiental dos recursos hídricos. Controle ambiental dos resíduos sólidos. Política e gestão ambiental no Brasil.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Conceitos básicos sobre meio ambiente	Compreender os diversos conceitos (e suas implicações) utilizados no controle e na gestão do meio ambiente. Identificar a importância da aplicação desses conceitos na construção de um novo paradigma de relação com o meio ambiente.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	03
2. Evolução da consciência e do movimento ambiental no Brasil e no mundo	Entender o contexto histórico que permitiu a evolução do movimento e da consciência ambiental. Conhecer as abordagens do processo de conscientização e saber analisar as fases da evolução histórica do movimento ambientalista.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
3. Controle ambiental do ar	Conhecer os principais tipos de poluição atmosférica e suas consequências para a saúde humana e meio ambiente. Conhecer quais são as formas de evitar e controlar a poluição ambiental do ar.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
4. Fenômenos ambientais globais decorrentes da poluição atmosférica	Conhecer os três processos resultantes da poluição ambiental global: efeito estufa, chuva ácida e camada de ozônio.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	03
5. Controle ambiental dos recursos hídricos	Conhecer os principais tipos de poluição da água, seu reaproveitamento e formas de controle ambiental.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	06
6. Controle ambiental dos resíduos sólidos	Conhecer as principais fontes e categorias de resíduos sólidos, seu reaproveitamento e formas de controle ambiental.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	07

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
7. Política e gestão ambiental no Brasil	Conhecer e interpretar os instrumentos estabelecidos pela legislação pertinente ao meio ambiente.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	03

Aula 1 – Conceitos básicos sobre meio ambiente

Objetivos

Compreender os diversos conceitos (e suas implicações) utilizados no controle e na gestão do meio ambiente.

Identificar a importância da aplicação desses conceitos na construção de um novo paradigma de relação com o meio ambiente.

1.1 Origem de vida na Terra

Longe de querer criar polêmica junto aqueles que acreditam na Teoria da Criação, onde Deus cria a Terra em seis dias e depois dá origem a toda a forma de vida existente no planeta, inclusive ao primeiro casal humano, Adão e Eva. Nossa viagem, na máquina do tempo, pretende nos situar, há mais ou menos 13 bilhões de anos atrás onde o Universo teve sua origem, resultante da grande explosão, estamos falando da Teoria do *Big Bang*. Então, para a ciência o Universo é resultante de uma grande explosão ocorrida no espaço que vai originar as galáxias, sistemas solares e planetas. Dessa forma, temos o surgimento da Via Láctea, nossa galáxia, e também, do nosso Sistema Solar e seus oito planetas (Mercúrio, Vênus, Marte, Terra, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno).

O planeta Terra surgiu há 4,6 bilhões de anos atrás, como uma grande bola de fogo cheia de vulcões em erupção. Com o magma, esses vulcões lançaram vários tipos de gases no ambiente. Entre eles, o oxigênio (O₂) e o hidrogênio (H), que se combinaram, originando vapor d'água. A pressão e as temperaturas eram altíssimas.

Então, no início, havia só vapor. Com o passar do tempo, a temperatura ambiente foi baixando e o vapor começou a se condensar, formando nuvens. E começaram as chuvas sobre nosso Planeta. Passaram-se mais alguns milênios, a Terra esfriou mais e passou a reter parte da água. Formaram-se os oceanos, mares e rios, que recobrem três quartos da superfície terrestre.

A-Z

evolucionismo

Doutrina fundada na ideia de evolução e, mais particularmente, conjunto das teorias explicativas do mecanismo da evolução dos seres vivos, proposta por Lamarck (1809) e Darwin (1859).

A vida teria surgido em consequência de um processo evolutivo, **evolucionismo**, progredindo na seguinte sequência: células simples, depois as complexas, em seguida seres capazes de fazer fotossíntese, os primeiros invertebrados marinhos, os ancestrais dos insetos e aranhas, os peixes, anfíbios, as plantas, os répteis, os mamíferos, até chegar, nos avós dos ancestrais humanos. Só depois, viriam os seres humanos como hoje os conhecemos.

Para abrigar diferentes formas de vida, a Terra é composta basicamente por três grandes e principais ambientes físicos, chamados ainda de camadas, que são: a hidrosfera (camada de água); a atmosfera (camada de ar ou gases); e a litosfera (camada de rochas e solos). O inter-relacionamento e interdependência entre essas camadas resultam em outra que denominamos de biosfera. Você pode ver na Figura 1.1 a representação dessas camadas de vida na Terra e a interação entre elas.



Figura 1.1: Camadas de vida na Terra

Fonte: CTISM

Ainda estamos longe de saber quantas formas de vida ou espécies vivas existem em toda a Terra, ou qual a função de todas elas para o equilíbrio do seu *habitat* – o lugar onde elas vivem.

Não há um *habitat* igual ao outro, ou uma paisagem igual a outra. Precisamos aprender com as funções ecológicas desempenhadas pela biodiversidade, mas já sabemos que dependemos disso para a sobrevivência.

Sabemos que muitas se desenvolvem num único ecossistema, sob condições especiais. São chamadas de **espécies endêmicas**. De todas as espécies já identificadas na Terra, próximo de 2 milhões (animais, plantas e microrganismos), no Brasil, foram encontradas 13%, ou seja, em torno de 260 mil espécies conhecidas. Mais de mil são comprovadamente endêmicas, ou seja, só existem aqui no nosso país.

Agora que terminamos nossa viagem na máquina do tempo, precisamos conhecer as principais expressões, ou termos como preferir, que definem e classificam as formas de vida na Terra. Algumas dessas expressões já são de seu conhecimento, outras são novas, independente disso, a apreensão e o entendimento desses conceitos.

1.2 Expressões de vida na Terra

1.2.1 Biosfera

A biosfera é definida como o conjunto de todos os ecossistemas da Terra incluindo as regiões da hidrosfera (as águas) da litosfera (o solo) e da atmosfera (camada gasosa onde existe alguma forma de vida). Os ecossistemas que compõem a biosfera são condicionados por sua posição geográfica, sua história geológica e pela evolução biológica do planeta.

1.2.2 Habitat

Esta é uma palavra que tem origem no latim, ele habita. É um conceito usado em ecologia que inclui o espaço físico, o local e as condições ambientais que permitem a vida das espécies.

A Figura 1.2 mostra o *habitat* dos ursos polares representado pelos gelos eternos da calota polar, pelas ilhas do Oceano Glacial Ártico e pelas costas setentrionais da América e Eurásia.

A-Z

espécies endêmicas

Diz-se das espécies que são originárias de determinadas regiões geográficas do Planeta.



Figura 1.2: Habitat do urso polar

Fonte: <http://papel.deparede.com.br/animais/urso-polar-2/>

1.2.3 Ecologia

Esse é um ramo da ciência bastante recente, que estuda as inter-relações existentes entre organismos e seu meio ambiente físico. É o estudo do ambiente como um todo (físico, químico e biológico) e suas interações. A ecologia é dividida em cinco níveis de complexidade, interdependentes, são eles: espécie, população, comunidade, ecossistema e bioma.

1.2.3.1 Espécie

Segundo Groposo (2005), conceitos de espécie são critérios filosóficos através dos quais os pesquisadores comunicam qual a sua definição para o termo espécie. Entretanto, apesar da diversidade de opiniões, existe um conceito que é atual e amplamente utilizado onde reside a ideia de que espécie são grupos de indivíduos semelhantes, que habitam a mesma região, reproduzem-se gerando descendentes férteis. De outra forma, duas espécies devem ser geneticamente distintas uma da outra e reprodutivamente isoladas, seja por incompatibilidade genética, seja por separação geográfica. A Figura 1.3 mostra exemplos de diversas espécies que existem no Planeta.

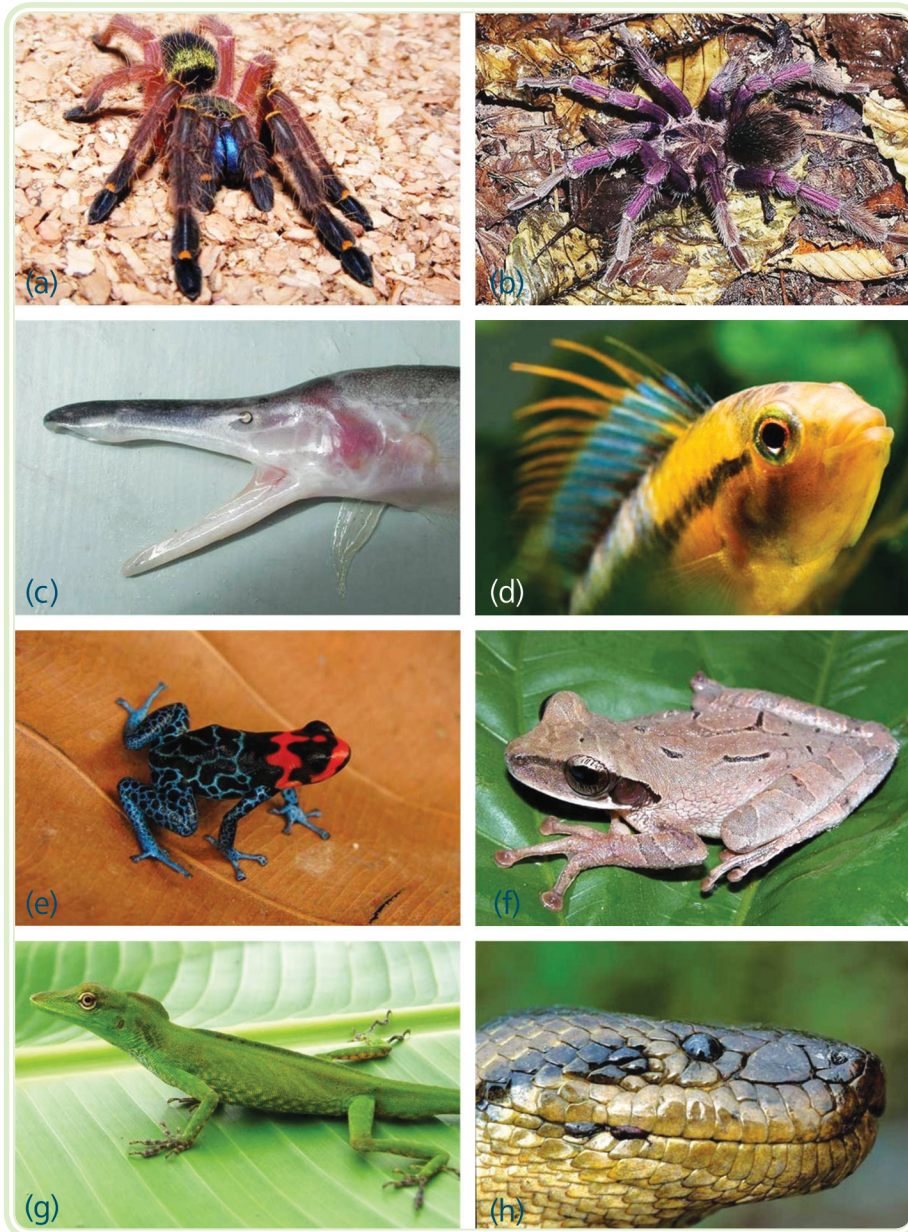


Figura 1.3: Algumas das novas espécies descobertas na amazônia na última década: (a) *Epebopus cyanognathus*, (b) *Pamphobeteus grandis*, (c) *Compsaraia samueli*, (d) *Apistogramma baensch*, (e) *Ranitomeya benedicta*, (f) *Osteocephalus castaneicola*, (g) *Anolis cuscoensis* e (h) *Eunectes beniensis*

Fonte: <http://verde.br.msn.com/galeria-de-fotos-bbc.aspx?cp-documentid=26099282&page=1>

1.2.3.2 População

É o conjunto de organismos da mesma espécie que habitam uma determinada área em um espaço de tempo definido. A Figura 1.4 mostra uma população de capivaras.



Figura 1.4: População de capivaras residentes às margens de uma lagoa

Fonte: http://www.trekearth.com/gallery/South_America/Brazil/Southeast/Minas_Gerais/Belo_Horizonte/photo1095626.htm

1.2.3.3 Comunidade

É o conjunto de diferentes populações que habitam um mesmo lugar. O exemplo da Figura 1.5, em que população de gnus, elefantes, rinocerontes, leões e zebras ocupa um lugar em comum, a savana.



Figura 1.5: Diferentes populações de animais formam a comunidade biológica da savana africana: (a) gnus, (b) elefantes, (c) rinocerontes, (d) leões e zebras, entre outros

Fontes: (a) <http://www.infoescola.com/mamiferos/gnu/>

(b) <http://olharesdavidia.blogspot.com/2009/11/elefante-africano.html>

(c) <http://wp.clicrbs.com.br/expedicaoafrika/page/2/>

(d) http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/1440_wildlife/page3.shtml

1.2.3.4 Ecossistema

Este termo designa o conjunto formado por todos os fatores **bióticos** e **abióticos** que atuam simultaneamente sobre determinada região. Caracterizam-se pelo fato de serem sistemas altamente complexos e dinâmicos, com tendência para a auto-organização e autorrenovação.

Segundo Dajoz (1973), os ecossistemas fazem parte de um bioma e são definidos formalmente como uma unidade funcional de base em ecologia, porque inclui, ao mesmo tempo, os seres vivos e o meio onde vivem, com todas as interações recíprocas entre o meio e os organismos.

1.2.3.5 Bioma

São grandes estruturas ecológicas com fisionomias distintas encontradas nos diferentes continentes, caracterizados principalmente pelos fatores climáticos (temperatura e umidade) e formações vegetais relacionados à latitude.

Assim, podemos dizer que bioma é um conjunto de vida (vegetal e animal) em escala regional de condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria.

A Figura 1.6 é representativa da classificação de todos os biomas existentes no Brasil, onde se destaca como o maior bioma, em área de extensão, a amazônia, com sua enorme diversidade de espécies. Temos ainda: o cerrado, a caatinga, os campos sulinos, a mata atlântica, o pantanal e a zona costeira. A Figura 1.6 mostra também as áreas de transição entre biomas.



Figura 1.6: Mapa dos biomas brasileiros

Fonte: CTISM

A-Z

bióticos

São todos os organismos vivos presentes no ecossistema e suas relações, são eles, produtores, macroconsumidores e microconsumidores na cadeia alimentar.

abióticos

Todas as influências que os seres vivos possam receber em um ecossistema, derivadas de aspectos físicos, químicos ou físico-químicos do meio ambiente, tais como a luz, a temperatura, o vento, entre outros.

1.2.4 Cadeia alimentar

Outro importante conceito que ajuda a entender como se mantêm as formas de vida em um ecossistema, é o conceito de cadeia alimentar. Uma cadeia alimentar é uma sequência de seres vivos, uns servindo de alimento a outros, sucessivamente. Ou seja, uma sequência de transferências de matéria e energia de um organismo para outro sob a forma de alimento (Figura 1.7).

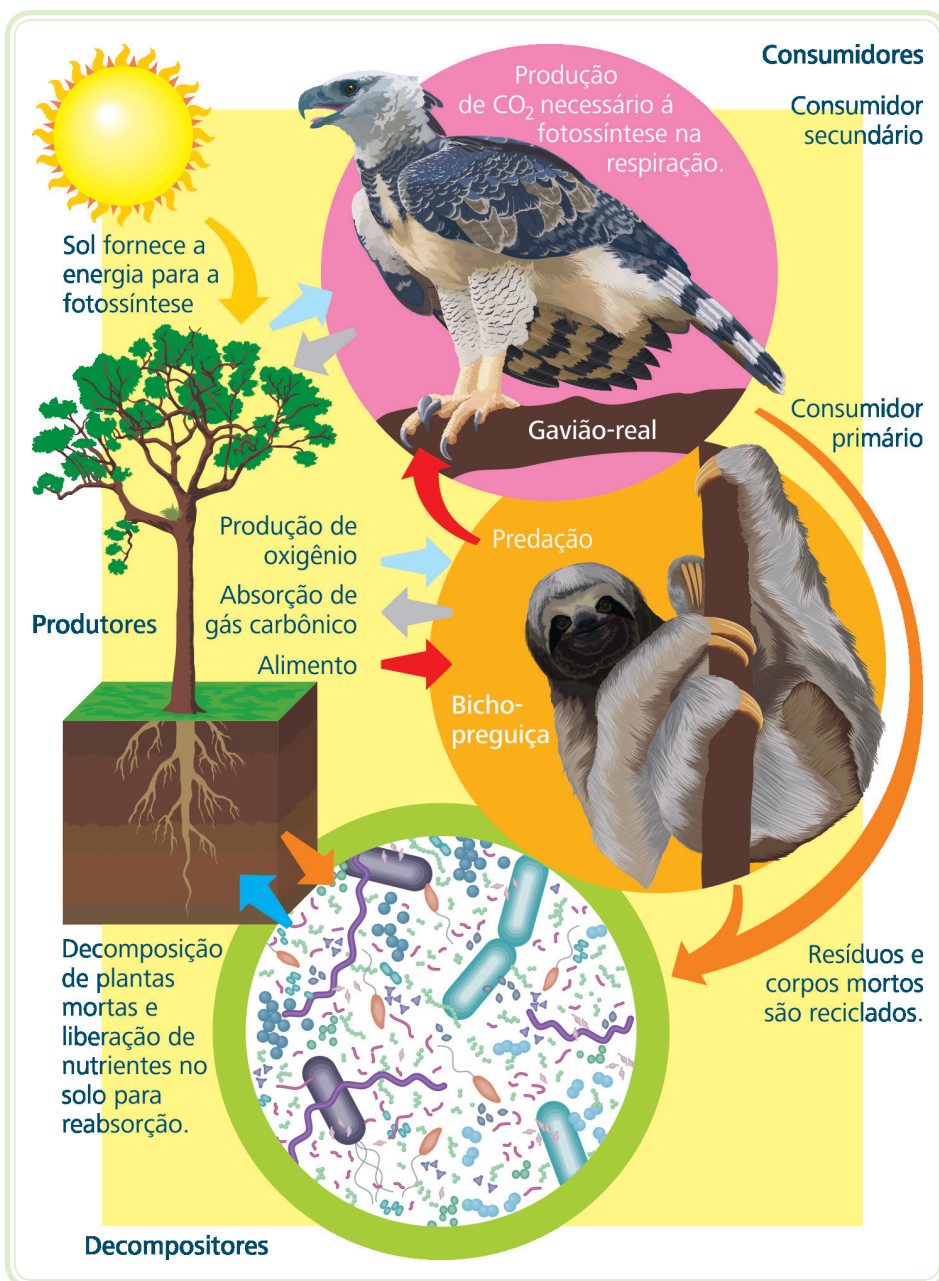


Figura 1.7: Cadeia alimentar
Fonte: CTISM

A cadeia alimentar é composta de elementos básicos, sendo eles:

- a) **Produtores** são sempre seres autótrofos.
- b) **Consumidores** são os organismos que necessitam se alimentar de outros organismos para obter a energia, uma vez que são incapazes de produzir seu próprio alimento.
- c) **Decompositores** são organismos que atuam na transformação da matéria orgânica em matéria inorgânica, reduzindo compostos complexos em moléculas simples, fazendo com que estes compostos retornem ao solo para serem utilizados novamente por outro produtor, gerando uma nova cadeia alimentar.

1.2.5 Meio ambiente

Preste atenção, segundo a **Lei nº 6.938** o conceito de meio ambiente é definido como um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga, e rege a vida em todas as suas formas.

Parece que tudo em nosso entorno, a nossa vida em sociedade e todas as relações que estabelecemos que garantem nossa sobrevivência ou de nossa espécie, compõem o meio ambiente. O que você acha?

A Constituição Federal de 1988, em seu Capítulo VI, Artigo 225, assegura que
[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A preservação do meio ambiente nos dias atuais é considerada uma das prioridades de qualquer nação e um dos maiores desafios que o mundo enfrentará neste milênio, tanto em termos globais como locais.

Os problemas ambientais enfrentados atualmente não são novos, apenas a compreensão da sua complexidade é recente, tendo-se presente a preocupação de como a degradação da qualidade ambiental pode impedir ou reverter o desenvolvimento socioeconômico (FREY; CAMARGO, 2003).

A-Z

Lei nº 6.938

A lei em questão foi promulgada em 31 de agosto de 1981, e dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.



1.2.5.1 Degradação da qualidade ambiental

Chamamos ação antrópica quando, por conta da intervenção humana, houver alteração adversa ou prejudicial das características do meio ambiente.

1.2.5.2 Poluição ambiental

A poluição é resultante do processo de degradação da qualidade ambiental, a partir da introdução no meio ambiente de qualquer matéria ou energia que venha alterar as propriedades físicas, químicas ou biológicas, desse meio, afetando, ou podendo afetar, por isso a saúde das espécies animais e vegetais que dependem ou tenham contato com ele (SAPO/GEACE, 2006). Então podemos citar diversos tipos de poluição, como, do solo, da água, sonora, radioativa, visual e atmosférica.

1.2.5.3 Recursos ambientais

Os recursos naturais ou ambientais podem ser entendidos como bens ou patrimônio disponibilizados pelo meio ambiente. A Lei nº 6.938/1981 identifica como recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora. Importante frisar que esses recursos podem ser renováveis, como a atmosfera, e não-renováveis como as jazidas de minério de ferro.

Resumo

O objetivo desta aula foi mostrar os principais conceitos utilizados para maior compreensão do meio ambiente e das inter-relações existentes com as diversas formas de vida sobre a Terra. Então, situar nossa compreensão desde a origem da vida no Planeta, foi importante para entender como se compõem, se estruturam e se mantêm todas as formas de vida. A inter-relação e interdependência existente entre essas formas de vida são determinantes para a compreensão dos problemas que hoje afetam o meio ambiente e sua permanência.

Os termos e expressões utilizados nesta unidade também são importantes para familiarizar o aluno com os assuntos que serão discutidos nas unidades seguintes. Então, dessa forma, é interessante que se dedique a um breve intervalo para a realização dos exercícios constantes das atividades de aprendizagem.

Atividades de aprendizagem



1. Relacione e comente os conceitos (espécie, população, comunidade e ecossistema) trabalhados ao longo desta aula.
2. Identifique e comente sobre o ecossistema dominante na região onde você mora, destacando as características principais do mesmo.
3. O que é meio ambiente? Responda estabelecendo relação com o seu contexto sócio-cultural.
4. O que é a degradação da qualidade ambiental? Como ela pode ocorrer?
5. As atividades humanas provenientes da extração de minério para a indústria sidero-metalúrgica resultam em graves consequências para o meio ambiente. Por quê?

Aula 2 – Evolução da consciência e do movimento ambiental no Brasil e no mundo

Objetivos

Entender o contexto histórico que permitiu a evolução do movimento e da consciência ambiental.

Conhecer as abordagens do processo de conscientização e saber analisar as fases da evolução histórica do movimento ambientalista.

2.1 Princípios da consciência ambiental no mundo: a educação *versus* a coerção

Nosso entendimento é que a preservação do meio ambiente nos dias atuais é considerada uma das prioridades de qualquer nação e um dos maiores desafios que o mundo enfrentará neste milênio, tanto em termos globais como locais.

Os problemas ambientais globais enfrentados atualmente, tais como, a contaminação da água, do ar, do solo e das cadeias alimentares, o **efeito estufa**, a explosão demográfica, o empobrecimento da biodiversidade, em particular, com a devastação da floresta Amazônica, não são novos, apenas a compreensão da sua complexidade é recente.

A preocupação mais premente é de como o desgaste ambiental pode impedir ou reverter o desenvolvimento sócio-econômico. Administrar o meio ambiente e manter o desenvolvimento, segundo Rampazzo (2001), surge como o grande desafio do milênio, sendo que essa alternativa tem sido denominada de desenvolvimento sustentável ou de ecodesenvolvimento.

A consciência da sociedade pelo meio ambiente, para Maimom (1996), demarca o nível de degradação da qualidade ambiental socialmente aceitável, ou seja, quanto de incômodo à sociedade está disposto a suportar e qual a contrapartida de recursos que está disposta a abrir mão para melhorar seu meio ambiente.

Qual o preço a pagar? O da educação, na busca de uma relação harmônica com o meio ambiente, e uso consciente dos recursos naturais. Ou o da coerção, sofrendo os flagelos e as consequências provenientes da relação agressiva e predadora com o meio ambiente, onde prevalece o paradigma do consumo exagerado.

A-Z

efeito estufa

Fenômeno natural indispensável para manter a superfície do planeta aquecida. Sem ele a terra seria muito fria, cerca de 19°C abaixo de zero.

Essa consciência é distinta entre regiões e classes sociais, estando atrelada a crenças, ideologias, culturas, de conflitos de interesses dos atores envolvidos, tais como o setor público, o setor privado e a sociedade civil, incluindo nessa as organizações não-governamentais (FREY; CAMARGO, 2003).

Maimom (1996) relata que os fenômenos de degradação da qualidade ambiental transcendem as fronteiras nacionais, afetando as regiões e o planeta como um todo, entretanto, prevalece a percepção da dimensão regional dos problemas ambientais.

Para as autoras Frey e Camargo (2003), verifica-se que uma maior cooperação e conscientização pela preservação do meio ambiente também é fortemente influenciada pela ocorrência de grandes acidentes ecológicos, pela aceleração da deterioração ambiental e pela forma com que os meios de comunicação e os formadores de opinião abordam o assunto.

Preservar o meio ambiente não é mais modismo de minorias, é uma necessidade universal para a preservação da espécie humana. Para isso não podemos prescindir dos vários estágios da educação ambiental, fazendo-se necessários investimentos no aparelhamento dos órgãos encarregados da sua proteção e na capacitação técnica dos agentes ambientais, bem como na participação e conscientização da sociedade civil, como condição primária para a plena eficácia da legislação ambiental (FREY; CAMARGO, 2003).

2.2 Despertar da consciência ecológica e ambiental

Para Pimentel (2003), a ideia de que a degradação da qualidade ambiental se relaciona com atividades humanas como a indústria vem sendo divulgada desde o século XIX, dando origem a atitudes de conservação e acordos internacionais.

Historicamente, pode-se afirmar que o despertar de uma consciência ecológica iniciou na década de 60, marcada pelo conflito de interesses entre preservationistas e desenvolvimentistas, originando o que alguns autores denominam de questão ambientalista.

Surgem os primeiros movimentos “verdes” nos países industrializados, com a preocupação específica da degradação do meio ambiente em relação aos efeitos prejudiciais decorrentes da atividade industrial. Acompanhando esta evolução surge a necessidade do que se pode chamar de uma “avaliação ecológica”, despertando o interesse, na sociedade e no meio empresarial,

em se considerar o que até então era visto como intangível ou até mesmo subjetivo: as variáveis ambientais (FREY; CAMARGO, 2003).

Rachel Carlson exerceu papel importante na construção deste cenário, ao publicar um livro intitulado Primavera Silenciosa (CARLSON, 1999). Nessa obra, é lançado um alerta sobre o impacto do uso de produtos químicos sobre o meio ambiente. Logo após, outra questão chama a atenção, o crescimento populacional.

Autores, como Garret Hardin e o casal Ehrlich, procuraram demonstrar a gravidade da explosão populacional, que levaria rapidamente, em suas opiniões, ao esgotamento dos recursos naturais (PIMENTEL, 2003).

Do período pós-guerra até fins da década de 60, os termos desenvolvimento e crescimento eram usados de forma indistinta. Neste período, o crescimento econômico era medido de acordo com os indicadores de crescimento do produto real ou crescimento do produto real *per capita*. Assim sendo, os países desenvolvidos eram aqueles que possuíam maior taxa de crescimento da renda *per capita* (PEREIRA, 2002).

Em 1970, um grupo internacional formado por cientistas, pesquisadores e empresários que veio a ser posteriormente conhecido como Clube de Roma publicou um relatório dois anos depois, **Limites do Crescimento**, que se tornou famoso ao propor a estagnação do crescimento econômico.

Em 1973, o canadense Maurice Strong lançou o conceito de ecodesenvolvimento, cujos princípios foram formulados por Ignacy Sachs. Os caminhos do desenvolvimento seriam seis: satisfação das necessidades básicas, solidariedade com as gerações futuras, participação da população envolvida, preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, elaboração de um sistema social que garanta emprego, segurança social e respeito a outras culturas, programas de educação, referindo-se principalmente às regiões subdesenvolvidas.

No início da década de 1980, a Organização das Nações Unidas (ONU) retomou o debate das questões ambientais. Indicada pela entidade, a primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, chefiou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, para estudar o assunto. O documento final desses estudos chamou-se **Nosso Futuro Comum**, também conhecido como Relatório Brundtland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988), Figura 2.1.



Os cinco fatores fundamentais analisados no relatório, Limites do Crescimento, (população, produção de alimentos, industrialização, contaminação e consumo de recursos renováveis) aumentariam em taxa exponencial. Toda a problemática surge deste avanço: se não houver uma estagnação destas taxas "(...) os limites de crescimento deste planeta serão alcançados antes dos próximos cem anos. O resultado mais provável será uma redução incontrolável e repentina tanto da população como da capacidade industrial (MEADOWS, 1999 p. 22)".

A partir de então, difunde-se o conceito de desenvolvimento sustentável, isto é, a busca simultânea de eficiência econômica, justiça social e harmonia ecológica, proposto no Relatório Brundtland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988), que passou a subsidiar a abordagem global dos problemas ambientais.

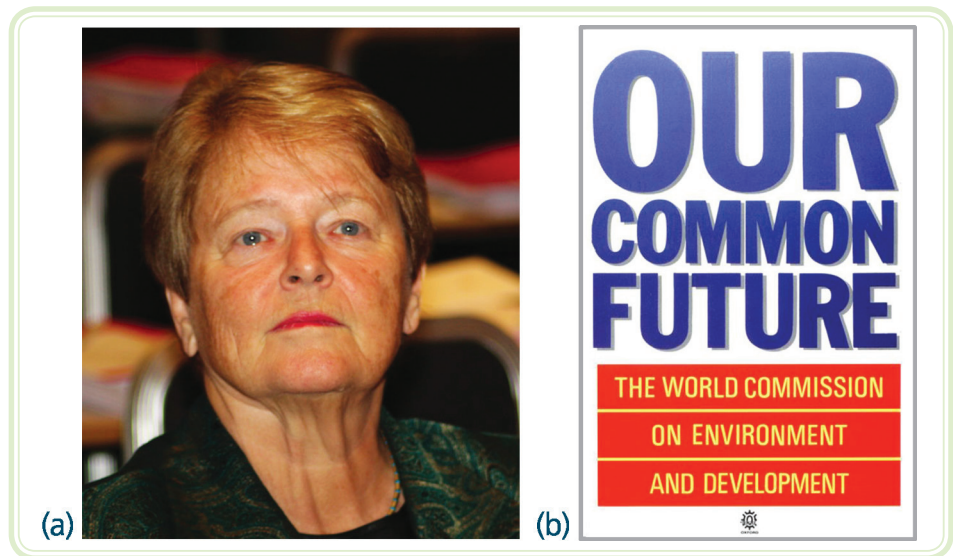


Figura 2.1: O relatório de Gro Harlem Brundtland ficou conhecido como Nosso Futuro Comum

Fonte: (a) <http://tunza.mobi/articles/heroes-of-hazard/>

(b) <http://nucleoap.blogspot.com/2009/04/relatorio-brundtland-as-origens-do.html>

2.3 Desenvolvimento sustentável: desafio ou mito

No documento Relatório Brundtland, **Nosso Futuro Comum**, elaborou-se o conceito de desenvolvimento sustentável, como sendo aquele que “satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 46).

Esse conceito, para a Comissão que elaborou o documento, segundo Souza (2000, p. 72),

[...] carrega duas idéias-chave: a idéia de necessidade, principalmente as necessidades dos pobres do mundo que deveriam receber a máxima prioridade; e a noção das limitações que o estágio da tecnologia e da organização social impõe ao meio ambiente, impedindo-o de atender às necessidades presentes e futuras.

O relatório, entre outras, priorizou a necessidade de diminuir o consumo dos recursos naturais, sendo a sustentabilidade do desenvolvimento vista como um processo de mudança contínua social das nações, em que as variáveis: tecnologia, organização social e capacidade de suporte da biosfera podem ser gerenciadas e aprimoradas, a fim de proporcionar uma nova ordem no crescimento econômico.

Hoje, entende-se por crescimento econômico

[...] o crescimento contínuo do produto nacional em termos globais ao longo do tempo, enquanto desenvolvimento econômico representa não apenas o crescimento da produção nacional, mas também a forma como esta é distribuída social e setorialmente (PEREIRA, 1981, p. 334).

Segundo Souza (1993), o desenvolvimento econômico passou a ser complementado por indicadores que expressam a qualidade de vida dos indivíduos: diminuição dos níveis de pobreza, desenvolvimento e desigualdade, elevação das condições de saúde, nutrição, educação e moradia.

Souza (1993) acrescenta, também, que apesar do termo crescimento econômico ter evoluído para desenvolvimento econômico, e assim incorporado outros aspectos objetivando indicar a melhoria da qualidade de vida, este termo ainda não considera o estado de degradação dos recursos naturais.

Esta constatação levou alguns autores a tecerem suas críticas ao desenvolvimento econômico convencional e hegemônico. De acordo com Brown (1983, p. 44), o pensamento econômico convencional não tem oferecido respostas plausíveis à saúde dos ecossistemas biológicos que servem de suporte à economia. Por essa razão, segundo o autor, “deve-se realizar ajustes nos padrões de consumo, nas políticas demográficas e nos sistemas econômicos para que se possam preservar os fundamentos biológicos da economia”.

Para muitos, o grande desafio do momento é conciliar o desenvolvimento com a preservação da natureza. Sensibilizar a sociedade e buscar o desenvolvimento sustentável, garantindo um meio ambiente saudável e disponível para as gerações futuras.

Para outros tantos, como Furtado (2000), desenvolvimento como é hoje compreendido é um mito imposto pelos países considerados mais desenvolvidos aos países que são por estes considerados subdesenvolvidos. Este mito consiste na exigência de que todos devem manter os mesmos padrões de



O filme *The Corporation* (2003) é um documentário canadense, dirigido por Mark Achbar e Jennifer Abbott, baseado em roteiro adaptado por Joel Bakan, de seu livro *A Corporação: a busca patológica por lucro e poder*. A temática se concentra em torno de como as empresas não têm e nunca tiveram, de forma efetiva e eficaz, uma responsabilidade social. O filme descreve o surgimento das grandes corporações como pessoas jurídicas, e discute, do ponto de vista psicológico que, em sendo pessoas, que tipo de pessoas elas seriam.

consumo e a mesma base industrial. Deste modo, é mais fácil a dominação econômica, instalando empresas estrangeiras e impondo novos hábitos sem considerar as necessidades locais.

Por conta do poder econômico que se apropriou do termo Desenvolvimento Sustentável (DS), devido a várias definições que o mesmo comporta, e de ainda não ter se chegado a um consenso, é falado hoje em sustentabilidade, como uma proposta viável a realidades sociais, econômicas, culturais e ambientais, totalmente diferentes e, algumas antagônicas. Como exemplo, podemos citar os países da Europa, da América Latina, ou mesmo, os da África. A viabilidade de um projeto de desenvolvimento sustentável em um país da Europa pode apresentar maior exequibilidade que em um país da América Latina, como o Brasil, dada os condicionantes socioeconômicos e culturais.

2.4 A consciência ambiental no Brasil

A evolução do pensamento ambiental no Brasil desenvolveu-se, basicamente, em um contexto político problemático, a Ditadura Militar (1964 – 1985). Foi nesse período que houve a Conferência de Estocolmo (1972), proposta pelo EUA, com a desculpa de ter que preservar para as gerações futuras e presentes. Entretanto, a grande motivadora dessa conferência foi a causa econômica, pois os Estados Unidos, com suas reservas naturais já destruídas acreditava que com essa conferência teria uma chance de controlar e manipular o crescimento dos demais países.

O Brasil nessa conferência fez frente e liderou diversos países contra as propostas dos EUA, pois o país estava crescendo e tinha como intenção assegurar o desenvolvimento a qualquer custo. Como consequência disto, o Brasil, da mesma forma como aconteceu em muitos outros países, teve sua legislação baseada na visão econômica, considerando que os países desenvolvidos não comercializavam mais com países que não estavam de acordo com o meio ambiente. Hoje o País conta com uma das legislações ambientais mais desenvolvidas do mundo.

Outras reuniões e documentos importantes vieram, pós Estocolmo, sendo elas: Convenção de Viena (1985), pela proteção da camada de ozônio, Relatório Bruntland (1987), Eco 92 (1992) e Rio+10 (2002). Destacamos desses eventos a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 92), realizada no Rio de Janeiro (Figura 2.2). O evento mostrou um crescimento do interesse mundial pelo futuro do planeta. Muitos países deixaram de ignorar as relações entre desenvolvimento sócio-econômico e modificações no meio ambiente.

Essas foram as conferências que fizeram com que o pensamento ambiental se desenvolvesse em nosso país, que passou a assumir um papel de destaque, por demonstrar sua preocupação com o meio ambiente e ser o maior detentor de biodiversidade, a Amazônia.



Figura 2.2: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

Fonte: <http://esetalmeioambiente.com/rio20-economia-verde-desenvolvimento-sustentavel-e-erradicacao-da-pobreza/>

Resumo

O objetivo desta unidade foi o de contextualizar a evolução do pensamento e da consciência sobre o meio ambiente. Foram assinalados os principais eventos e documentos que nortearam a discussão ambientalista a nível mundial, a partir da década de 60. Foi dada ênfase ao Relatório Brutland, **Nosso Futuro Comum**, que apresenta o conceito de desenvolvimento sustentável.

Atividades de aprendizagem

1. Faça breve comentário sobre o processo de conscientização da sociedade a cerca da degradação do meio ambiente e, principalmente, da necessidade de preservá-lo. Diante disso, comente sobre a realidade da consciência ambiental da comunidade onde você mora.
2. O que é desenvolvimento sustentável? Comente sobre as divergências existentes entre o desafio *versus* o mito para o desenvolvimento sustentável.
3. Cite algum caso de desastre ecológico provocado por acidentes? (instalações industriais, de transporte, radioativos, urbanos, sidero-metalúrgico, por substâncias e materiais nocivos). Comente suas consequências para o meio ambiente.



Desastre ecológico pode ser definido como um acidente natural ou não, que causa danos aos elementos do meio ambiente. Os desastres ecológicos podem ser provocados por fenômenos da natureza ou por atividades antrópicas (provocadas pelo homem).

Aula 3 – Controle ambiental do ar

Objetivos

Conhecer os principais tipos de poluição atmosférica e suas consequências para a saúde humana e meio ambiente.

Conhecer quais são as formas de evitar e controlar a poluição ambiental do ar.

3.1 Poluição do ar

Você já parou para pensar quanto tempo você pode ficar sem respirar? Já fez a experiência de ficar sem respirar? Pois experimente e peça para alguém contar o tempo! E então, um, dois ou três minutos? Saiba que, segundo alguns especialistas, aguentamos cinco ou mais semanas sem alimentos, cinco dias sem água, mas podemos até morrer se ficarmos apenas cinco minutos sem ar. E mais: em condições normais, um adulto ingere algo como um quilo e meio de alimentos sólidos, dois litros e meio de água e quinze quilos de ar por dia – 24 horas, pois não paramos nunca de respirar! (CZAPSKI, 2008).

Compartilhamos o ar que respiramos, uns com os outros, mas também com plantas e animais. O ar é igualmente importante e necessário a todos os seres vivos e inanimados, e suas moléculas circulam no ambiente há milhões de anos.

O ar que respiramos é uma mistura de gases, formando uma fina camada em torno da Terra – a atmosfera – que protege a vida ao manter a temperatura estável contra o frio externo. Fazem parte do ar alguns dos chamados gases do efeito estufa, ou gases estufa (GEE) – como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e vapor d'água (H_2O) – que têm a qualidade de “segurar” parte do calor do Sol refletido perto da superfície terrestre. Graças a isso, a temperatura no Planeta permaneceu em 15°C (graus centígrados), em média, ao longo dos últimos milênios. Sem isso, a temperatura média seria bem mais alta, ou mais baixa (-17°C , segundo alguns cientistas), o que inviabilizaria a vida como ela é (CZAPSKI, 2008).



Figura 3.1: Poluição na Terra

Fonte: http://preserve.hd1.com.br/nova_pagina_7.htm

Entende-se como poluição do ar a mudança em sua composição ou em suas propriedades, causada por emissões de poluentes, tornando-o impróprio, nocivo ou inconveniente à saúde, ao bem-estar público, à vida animal e vegetal e, até mesmo, a alguns materiais.

Pode-se dizer que a descoberta do fogo demarca o início da poluição do ar. Isso nos fornece indícios de que apesar da taxa de poluição à época ser pequena, entretanto, ela sempre existiu. As queimadas, por exemplo, é uma das mais antigas fontes de poluição do ar provocadas pelo homem.

Quando a sociedade passou a se organizar em cidades, começaram a surgir problemas mais sérios de contaminação atmosférica, em geral ligada ao olfato.

Os fossos que cercavam os castelos da Idade Média, por exemplo, além de sua finalidade de defesa, recebiam os esgotos produzidos no seu interior. Isso os tornava extremamente fétidos. Também não havia qualquer sistema de recolhimento de lixo. Os detritos eram simplesmente jogados na rua, onde se decompunham, produzindo fortes odores. Havia, ainda, os matadouros e curtumes, onde não prevalecia qualquer preocupação higiênica. Eles também representavam grandes fontes produtoras de odores fétidos, bem como os currais e cavalarias, sempre localizados dentro das cidades.

A poluição do ar passou a ser considerada um problema mais abrangente, ligado a saúde pública, a partir da Revolução Industrial, quando teve início o sistema urbano atual. Nos séculos XVIII e XIX, desenvolve-se a técnica industrial, inicialmente, na Inglaterra e depois em outros países.

Essa técnica tomou impulso a partir de 1769, com a invenção da máquina a vapor, quando o homem finalmente consegue obter energia mecânica para movimentar os mais variados artefatos, sem ter que recorrer à força manual.

Através disso passaram a usar grandes queimas de quantidade de carvão, lenha, e depois óleo combustível.

Com isso, a atmosfera dos centros industriais que vão se desenvolvendo torna-se insalubre, perigosa para saúde. Havia uma grande quantidade de fuligem em suspensão e compostos de enxofre, nocivos ao sistema respiratório e a saúde em geral.

Em 1829, surge a primeira locomotiva e, com ela, as estradas de ferro (Figura 3.2). A partir daí, para se chegar ao sistema de transporte atual, foi uma contínua evolução tecnológica. Surge, então, um grande grupo de poluidores do ar, os veículos automotores.

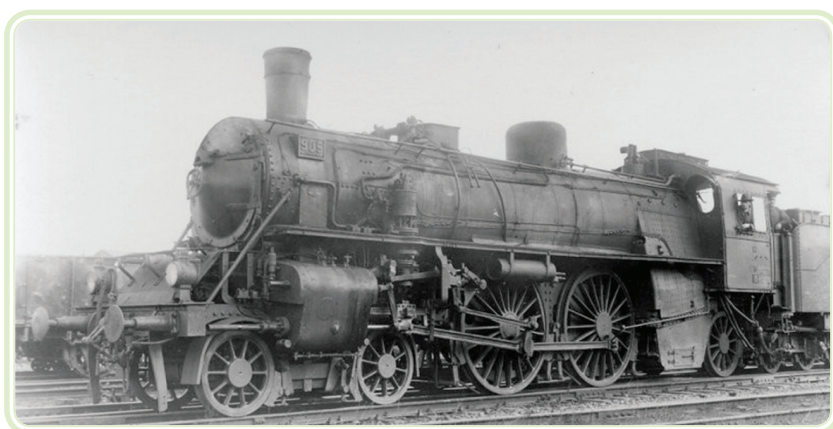


Figura 3.2: Fotografia de uma locomotiva

Fonte: <http://reduetodobucaneiro.blogspot.com/2010/04/blog-post.html>

O século XX demarcou um avanço tecnológico incomparável em vários aspectos da vida em sociedade, proporcionando mais conforto e comodidade. Em relação aos meios de locomoção, ou mobilidade, a antiga locomotiva cede espaço ao trem, ao metrô e ao trem-bala. Os carros modernos, os aviões e navios têm como força propulsora para funcionamento os combustíveis fósseis (derivados do petróleo). A forma de obtenção desses combustíveis e ainda sua dispersão na atmosfera são fontes de poluição (Figura 3.3).



Figura 3.3: Automóveis como fontes de poluição

Fonte: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ar/Ar11.php>

A-Z

periculosidade

Estado ou qualidade daquele ou daquilo que oferece perigo.

As indústrias, no geral, também representam uma fonte de poluição atmosférica. Uma forma de descarte dos resíduos industriais é através da emissão de gases para a atmosfera. A **periculosidade** das emissões industriais varia com o tipo de indústria, matérias primas usadas, processos de fabricação, produtos fabricados ou substâncias produzidas, visto conterem componentes que afetam os ecossistemas.

3.2 Tipos de poluição atmosférica

Podem ser de dois tipos: naturais e antropogênicas.

3.2.1 Naturais

São as dispersões atmosféricas provenientes de vulcões, polens, substâncias emitidas pelas plantas e poeiras suspensas pelo vento.

3.2.2 Antropogênicas

São as dispersões atmosféricas provenientes de indústrias, queimadas, transportes, queima de combustíveis e incineração de lixo.

3.3 Classificação da poluição atmosférica

3.3.1 Quanto ao estado físico

Os poluentes do ar podem ser dispersos na atmosfera, na forma de material particulado de gases e de vapores.

3.3.2 Quanto à origem

Os poluentes podem ser emitidos diretamente na atmosfera, poluentes primários, ou ainda, serem resultantes de reações químicas ou fotoquímicas, poluentes secundários.

3.3.3 Quanto a classe química

Os poluentes atmosféricos podem ser orgânicos, que se caracterizam pela presença de material orgânico, e inorgânicos, que apresentam ausência de matéria biodegradável.

3.4 Gases que provocam a poluição do ar

Agora vejam os principais gases presentes na atmosfera, que dispersos no ar em grandes volumes comprometem a qualidade ambiental.



3.4.1 Monóxido de carbono

Gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis, principalmente de veículos motorizados que causa desconforto físico, náuseas, dor de cabeça, falhas na percepção visual, tontura, perda de concentração, alterações nas funções motoras e problemas cardiovasculares. Este gás pode se ligar fortemente à hemoglobina no sangue, substituindo o oxigênio e dificultando o seu transporte. Em ambiente fechado pode levar à morte.

3.4.2 Óxidos de nitrogênio

Atuam em conjunto com os hidrocarbonetos na formação do *smog* fotoquímico. Quando se transformam em ácido nítrico, é um dos formadores da chuva ácida. O óxido nítrico (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO₂) são os óxidos de nitrogênio mais abundantes nas áreas urbanas. Formados nos processos de combustão, são emitidos principalmente pelos carros e causa problemas respiratórios em indivíduos saudáveis e principalmente em asmáticos aumentando o risco de doenças respiratórias em crianças.



smog

Palavra de origem estrangeira que significa poluição.

3.4.3 Hidrocarbonetos

Também chamados de gases orgânicos, podem ser liberados pela evaporação de combustíveis como a gasolina e pela combustão do carvão, da madeira, do petróleo e seus derivados e causam irritação nos olhos, na pele, no nariz e no aparelho respiratório superior. Na presença da luz solar, a reação dos hidrocarbonetos e os óxidos de nitrogênio dão origem a poluentes oxidantes fotoquímicos, cujo principal componente é o mau ozônio.

3.4.4 Dióxido de enxofre

Resultante da queima de combustíveis que contém enxofre, principalmente o óleo diesel e os óleos combustíveis industriais. Principal formador da chuva ácida, uma vez que na atmosfera pode se transformar em ácido sulfúrico, causando irritação das mucosas, principalmente dos olhos, nariz e do sistema respiratório superior. Devido a sua ação irritante, provoca rinite, laringite e faringite. Em altas concentrações podem produzir edema pulmonar.

3.4.5 Ozônio

Também conhecido como mau ozônio, é formado na atmosfera pelo óxido nítrico e hidrocarboneto em contato com a luz solar, sendo comum sua incidência nos dias de grande insolação. Como consequência a saúde humana pode causar os seguintes sintomas: congestão nasal, irritação da garganta, tosse, produção de secreção, dispnéia, chiado e outros sintomas como dor de cabeça, fadiga e irritação nos olhos; podendo, inclusive, causar alteração na função pulmonar das crianças.

O bom ozônio é formado naturalmente na alta atmosfera, isto é, a pelo menos 25 km da atmosfera e tem a função de filtrar as radiações solares ultravioletas (raios UV). Esse gás pode sofrer alterações por causa do uso excessivo de produtos químicos sintéticos, os clorofluorcarbonetos (CFCs), empregados em aerossóis, solventes, refrigeradores e ainda como agentes espumantes.

3.4.6 Material particulado

É o conjunto de poluentes constituído de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho. Esses poluentes são provenientes da incômoda fuligem emitida pelos veículos, da fumaça - expelida em geral pelas chaminés das indústrias ou queimadas e pela poeira depositada nas ruas, e causam irritação nos olhos e garganta, doenças respiratórias crônicas, reduzindo a resistência às infecções. As partículas microscópicas aumentam as doenças pulmonares e pode levar a morte prematura.

3.5 Os resíduos poluentes do ar provenientes da indústria sidero-metalúrgica

Segundo Milanez e Porto (2008), as atividades produtivas dos complexos sidero-metalúrgicos não só criam sérios riscos ocupacionais (como os acidentes industriais e o benzenismo), como também estão relacionados ao uso de recursos naturais e aos seus impactos sobre os territórios e populações onde tais atividades são realizadas.

Além de ser considerada uma atividade altamente poluente, a produção de ferro-gusa e aço demanda uma enorme quantidade de energia, principalmente na forma de carvão mineral (com os devidos impactos sobre as mudanças climáticas) ou carvão vegetal (cuja produção é associada à destruição de matas nativas e à expansão da monocultura de eucalipto).

Como consequência da grande intensidade energética do setor siderúrgico, assim como de suas fontes de energia, outro importante problema ambiental associado à produção de ferro e aço é a poluição atmosférica. O processo siderúrgico emite uma série de poluentes como óxidos de enxofre (SO_x), gás sulfídrico (H_2S), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), etano (C_2H_6), material particulado e diferentes hidrocarbonetos orgânicos, como o benzeno.

CO_2 e CH_4 contribuem para o aumento da quantidade de carbono na atmosfera e, conseqüentemente, para as mudanças climáticas.

SO_x e NO_x reagem com a umidade presente no ar e formam, respectivamente, ácido sulfúrico e ácidos de nitrogênio, constituindo assim a chamada chuva ácida. Dependendo do grau de acidez da chuva, ela pode impactar negativamente nas plantas, aumentar a acidez de rios e lagos, aumentar a mortalidade de peixes e outros animais, e danificar prédios e construções.

Material particulado, com diâmetro igual ou menor a 10 micrômetros, está associado com diferentes problemas de saúde, incluindo problemas respiratórios e aumento da incidência de câncer (GIODA et al., 2004). Estes problemas são ampliados na presença dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), que são produzidos pela combustão incompleta da matéria orgânica presente no carvão e adsorvidos no material particulado (TERRA FILHO; KITAMURA, 2006 apud MILANEZ; PORTO, 2008).

Os HPAs são substâncias que possuem dois ou mais anéis aromáticos condensados. Muitas destas substâncias são potenciais carcinogênicos e mutagênicos, pois podem reagir (diretamente, ou após transformações metabólicas) com o DNA. Os HPAs podem ser liberados na atmosfera tanto na sua forma gasosa, quanto adsorvida no material particulado, dependendo do seu grau de volatilidade. Quando os seres vivos absorvem esses componentes em sua forma gasosa, eles são rapidamente eliminados, porém quando associados a partículas inaláveis, a eliminação é mais demorada. Quando as partículas se depositam no solo, alguns desses elementos degradam-se muito lentamente (PEREIRA NETTO et al., 2000; TERRA FILHO; KITAMURA, 2006 apud MILANEZ; PORTO, 2008).

Ainda com relação à segurança química, outro importante problema relacionado à siderurgia é a exposição ao benzeno. O benzeno é um hidrocarboneto cíclico aromático, e apresenta-se como um líquido, incolor, volátil e altamente inflamável. Na siderurgia ele aparece como um produto secundário na produção de coque. A exposição crônica ao benzeno tem impactos nos sistemas nervoso, endócrino e imunológico, além disso, ele pode causar leucopenia e leucemia (MIRANDA et al., 1999). Estudos indicam que, se uma população de 30.000 pessoas estiver exposta a 1 ppm de benzeno na atmosfera, são esperados 60 novos casos de câncer (em 1990, a exposição ocupacional média na CSN era de 4 ppm) (MACHADO et al., 2003).

3.6 Efeitos da poluição do ar

3.6.1 Sobre a saúde humana

A poluição ocasiona diversos problemas à saúde humana, como a inflamação. Esta pode se manifestar na forma de ardência nos olhos, nariz, garganta, traqueia e/ou tosse. A inflamação é uma das formas com que os tecidos se manifestam em relação aos irritantes químicos, físicos ou microrganismos. Nas áreas do corpo afetadas, há produção maior de lágrima ou muco e os tecidos ficam vermelhos.

A Figura 3.4 mostra uma criança com problemas respiratórios decorrentes da poluição do ar.



Figura 3.4: Efeitos da poluição na saúde humana

Fonte: <http://www.es.gov.br/site/noticias/show.aspx?noticiald=99679891>

3.6.2 Sobre as plantas

A poluição acarreta nas plantas alguns problemas como, alteração do crescimento e da produtividade planta, colapso foliar, envelhecimento precoce, descoloração, etc. A Figura 3.5 mostra a folha de uma planta comprometida pela descoloração foliar.



Figura 3.5: Descoloração foliar em tomateiro

Fonte: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/deficiencias.htm

3.6.3 Sobre os materiais

As consequências dos poluentes nos materiais resultam da abrasão, das reações químicas diretas ou indiretas, da corrosão eletroquímica ou devido à necessidade de aumentar a frequência das ações de limpeza. As rochas calcárias são as mais afetadas, pela acidificação das águas da chuva. Observe a Figura 3.6 que mostra a corrosão eletroquímica, comumente conhecida como ferrugem.

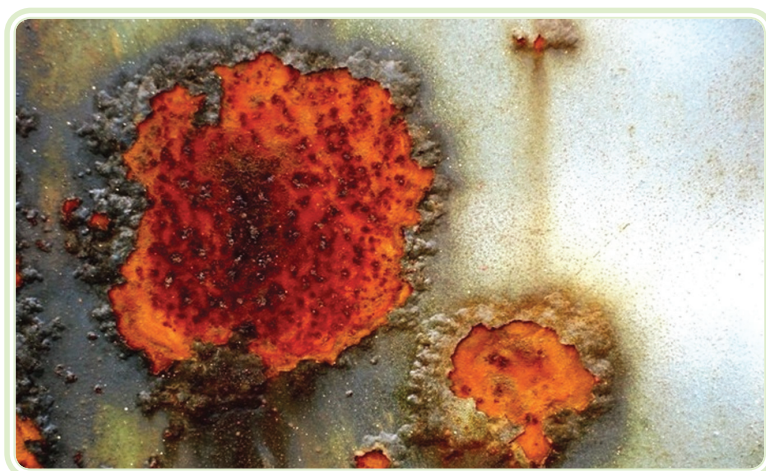


Figura 3.6: Corrosão por ação química do ambiente

Fonte: http://www.masterzinc.com.br/page_25.html

3.7 Ações para o controle ambiental do ar

O poder público deve priorizar ações para diminuir e controlar os níveis de emissão dos gases poluidores e que comprometem a qualidade do ar, entre elas pode citar:

- a) Planejar a gestão das cidades e utilizar instrumentos de zoneamento.
- b) Fiscalizar indústrias e exigir equipamentos adequados ao tratamento dos gases poluentes emitidos pela atividade produtiva.
- c) Exigir que os veículos baixem cada vez mais os níveis de emissão de poluentes.
- d) Exigir melhoria na qualidade dos combustíveis.
- e) Fiscalizar e controlar a emissão de fumaça preta dos veículos a diesel.
- f) Incentivar as indústrias para produzirem veículos com tecnologia limpa.
- g) Restringir o uso individual de veículos.

Resumo

Esta aula apresentou o conceito de poluição do ar, ressaltando que o desenvolvimento das atividades humanas tem sido decisivas para a produção e emissão de gases poluentes que tem comprometido o equilíbrio de vários ecossistemas presentes no meio ambiente. Os principais gases poluidores emitidos são: monóxido de carbono; óxido de nitrogênio; hidrocarbonetos; entre outros.



Atividades de aprendizagem

1. O que é poluição do ar?
2. Quais os principais gases poluidores do ar decorrentes das atividades humanas?
3. Quais são os efeitos da poluição do ar para a saúde humana?

Aula 4 – Fenômenos ambientais globais decorrentes da poluição atmosférica

Objetivos

Conhecer os três processos resultantes da poluição ambiental global: efeito estufa, chuva ácida e camada de ozônio.

4.1 Efeito estufa

A atmosfera é uma camada que envolve o planeta, constituída de vários gases. Os principais são o Nitrogênio (N_2) e o Oxigênio (O_2) que, juntos, compõem cerca de 99% da atmosfera. Alguns outros gases encontram-se presentes em pequenas quantidades. Esses gases são conhecidos como gases de efeito estufa (GEE).

A camada de gases de efeito estufa que envolve a terra tem uma função importante na manutenção da vida no planeta na retenção de calor que ela proporciona. Portanto, há um efeito estufa natural por causa dessa camada. Mas o aumento da concentração de gases, ou seja, o acúmulo de gases que absorvem radiação infravermelha (calor) se tornou um problema e tem contribuído para o aumento de temperatura dos oceanos e do ar perto da superfície da Terra, chamado ainda de aquecimento global.

A Figura 4.1 nos mostra a radiação solar sendo emitida e em função da camada de gases parte da radiação infravermelha é absorvida e parte é refratada.

Então, o efeito estufa é o aquecimento da Terra, ou seja, é a elevação da temperatura terrestre em virtude da presença de certos gases na atmosfera. Esses gases permitem que a luz solar atinja a superfície terrestre, mas bloqueiam e enviam de volta parte da radiação infravermelha (calor) irradiada pela Terra.

As principais consequências do efeito estufa seriam a alteração das paisagens vegetais, que caracterizam as diferentes regiões terrestres, e o derretimento das massas de gelo, provocando a elevação do nível do mar e o desaparecimento de inúmeras cidades e regiões litorâneas.

Aquecimento global
Os cientistas prevêem um aquecimento global entre 1 e 3,5°C, neste século. Isto pode não parecer motivo de preocupação, mas a temperatura média do globo só mudou um grau centígrado durante os últimos dez mil anos.

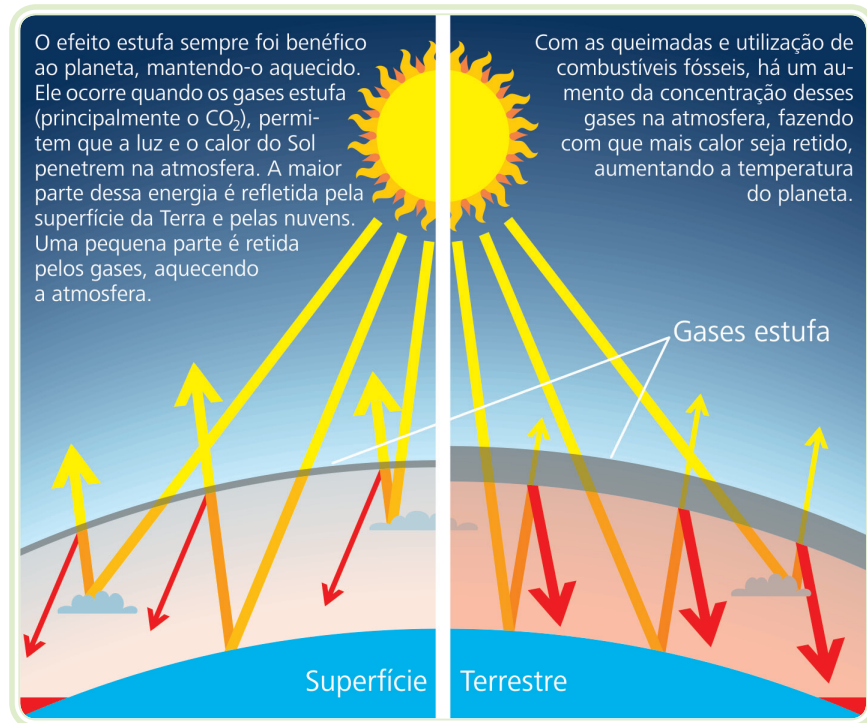


Figura 4.1: O efeito estufa

Fonte: CTISM

Os gases nocivos do efeito estufa são: dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), o clorofluorcarbono e também o vapor de água. Dentre estes gases, o CO₂ é o gás encontrado em maior quantidade e que, portanto, desempenha importante papel.

A-Z
fontes antropogênicas
Aquilo que é provocado pela ação humana, as atividades produtivas do homem.

De acordo com o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM, 2002), as duas principais **fontes antropogênicas** que contribuem para as emissões de gases do efeito são a queima de combustíveis fósseis (gás natural, carvão mineral e especialmente petróleo) e o desmatamento, liberado na forma de CO₂.

A natureza, através das árvores, oceanos e solo, serve como depósito natural para o CO₂. Vamos conhecer o processo pelo qual ocorre a troca de dióxido de carbono na natureza, chamado de ciclo de carbono.

4.1.1 Ciclo do carbono

Os ecossistemas terrestres (incluindo vegetação e solo) desempenham importante papel no ciclo do carbono (Figura 4.2). A vegetação retira CO₂ da atmosfera através do processo da fotossíntese. O carbono retorna para a atmosfera na forma de CO₂ através de processos biológicos (respiração e decomposição da matéria morta).

Esse balanço entre retirada de carbono da atmosfera (fotossíntese) e retorno para atmosfera (respiração, decomposição) é desequilibrado pelo desflorestamento. As queimadas são a maior contribuição brasileira para o efeito estufa, em função da emissão de dióxido de carbono (CO₂).

As atividades humanas que mais liberam CO₂ através da queima de combustíveis fósseis são as seguintes: as indústrias em geral, as usinas termoelétricas e os meios de transportes (carros, ônibus, aviões, etc.). Segundo a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, 2006) os países industrializados e em desenvolvimento são os maiores responsáveis pela emissão de (CO₂), com destaque para: EUA, Japão, Alemanha, Canadá, Reino Unido, Austrália, Itália, França, Espanha e Polônia.

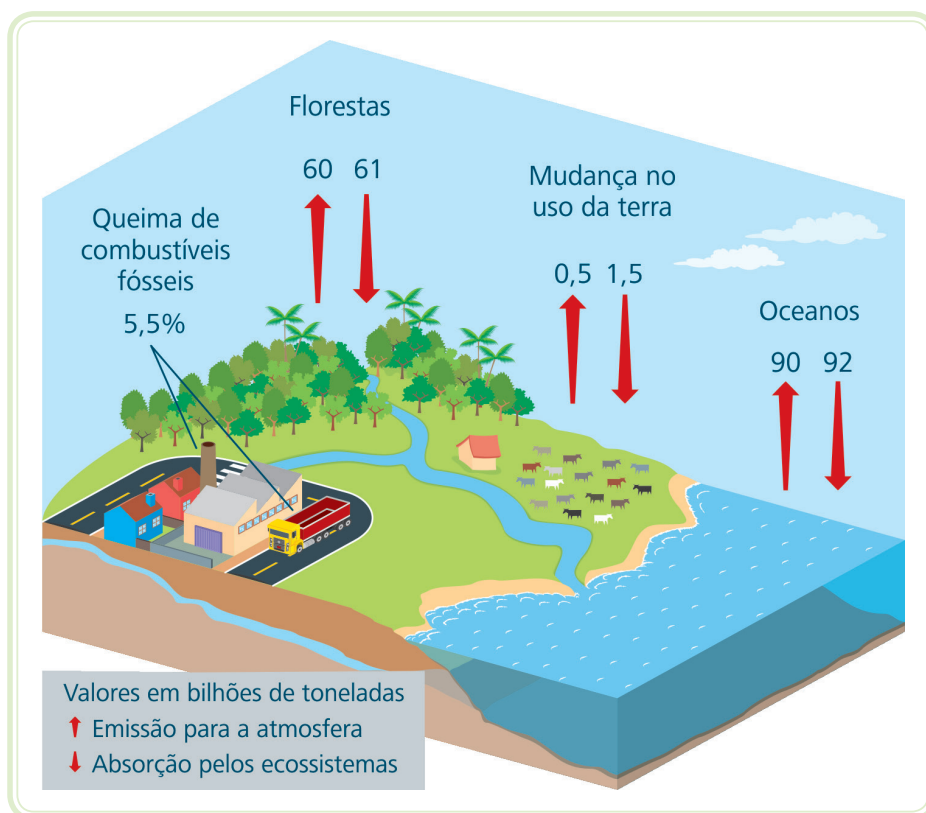


Figura 4.2: Ciclo do carbono: trocas de gás carbônico entre os ecossistemas e a atmosfera
Fonte: CTISM, adaptado de IPAM, 2002

4.2 Chuva ácida

Outro fenômeno atmosférico causado pela poluição do ar é o da chuva ácida. A queima de carvão e de combustíveis fósseis e os poluentes industriais lançam dióxido de enxofre (SO₂) e de nitrogênio (NO₂) na atmosfera. Esses gases se combinam com o hidrogênio presente na atmosfera sob a forma de vapor de água. O resultado são as chuvas ácidas.

As águas da chuva, assim como a geada, neve e neblina ficam carregadas de ácido sulfúrico ou ácido nítrico. Ao caírem na superfície, alteram a composição química do solo e das águas, atingem as cadeias alimentares, destroem florestas e lavouras, atacam estruturas metálicas, monumentos e edificações. A Figura 4.3 mostra a representação gráfica do fenômeno da chuva ácida.

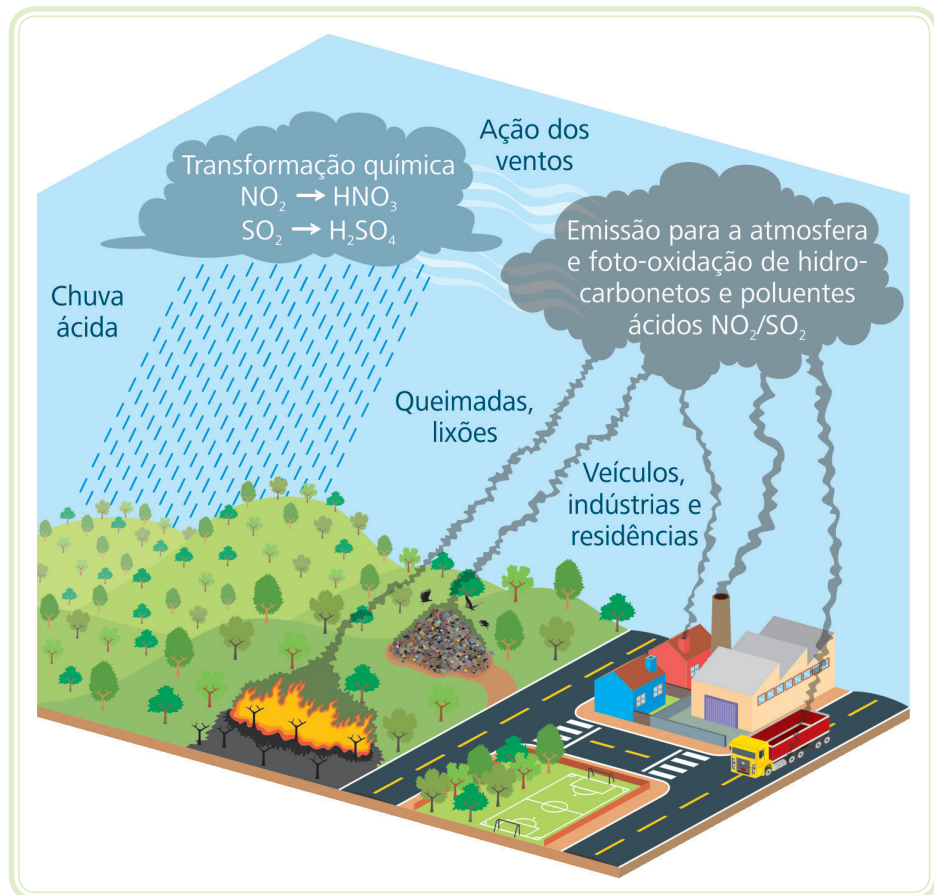


Figura 4.3: O processo poluente da chuva ácida

Fonte: CTISM

4.3 Camada de ozônio

O buraco na camada de ozônio é um fenômeno que ocorre somente durante uma determinada época do ano, entre agosto e início de novembro (primavera no hemisfério sul). O que conhecemos por buraco na camada de ozônio não se trata propriamente de um buraco na camada do gás ozônio, na verdade trata-se de uma rarefação (afinamento de espessura), que é explicada pelos arranjos moleculares do comportamento dos gases em um meio natural, que não possibilitaria uma falha a ser denominada buraco. A Figura 4.4 nos mostra imagens de satélite que permitem observar a formação do fenômeno.

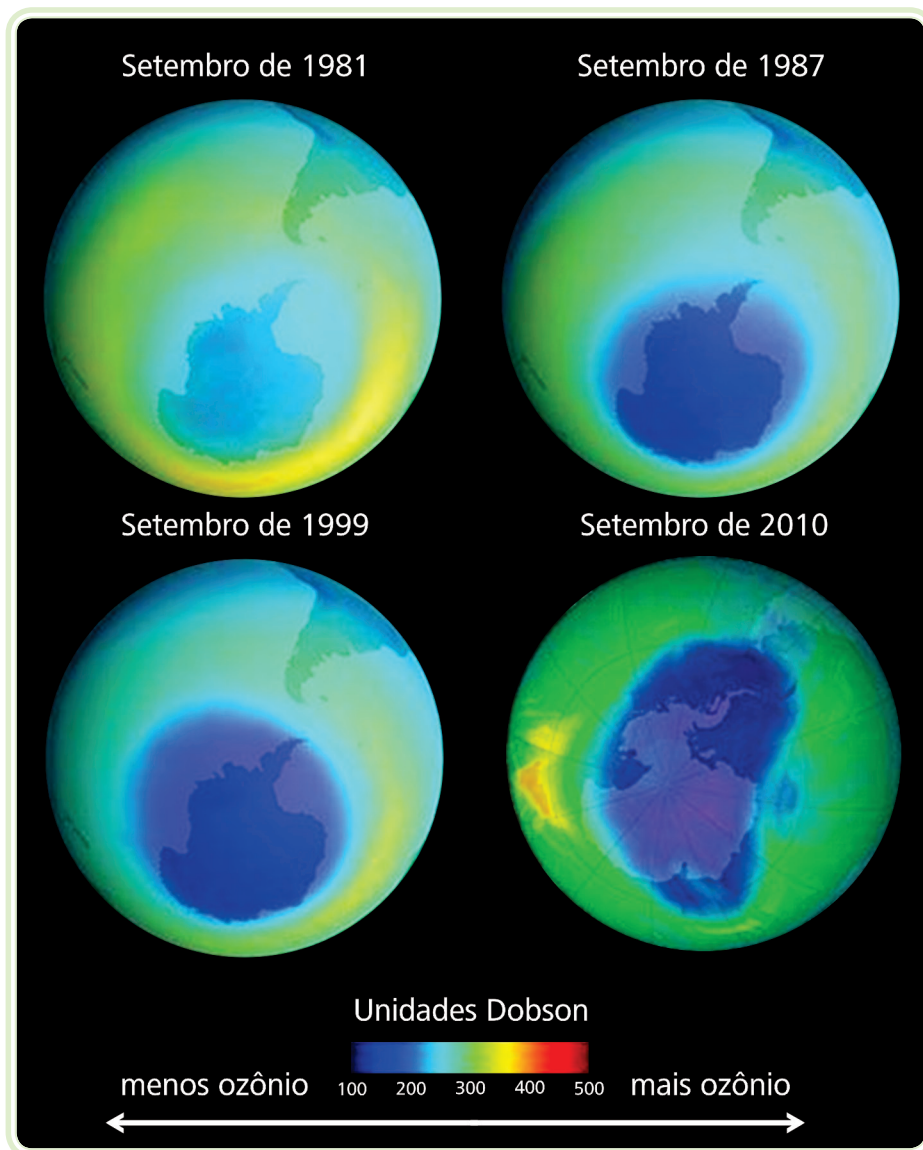


Figura 4.4: Imagens de satélite que determinam o espessamento da camada de ozônio no hemisfério sul

Fonte: http://4.bp.blogspot.com/_Yi2HkCwgs7k/TJd65YYSg3I/AAAAAABNM/ZoQsAGpoglg/s1600/grafico_camada_de_ozonio_estabilizada.jpg

4.4 Os acordos e as convenções sobre as mudanças climáticas

Com o objetivo de melhorar o nível de entendimento científico sobre as mudanças climáticas globais foi estabelecido, em 1988, pela Organização Meteorológica Mundial (WMO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). O IPCC é responsável pela divulgação dos resultados de várias pesquisas, documentos, que tentam comprovar os sérios riscos do aquecimento global para o Planeta.



Sinais do aquecimento global

Na Antártida, por exemplo, as populações de krill (espécie de camarão bem pequeno) e de pinguins sofrem as consequências dos dias mais quentes. Os pinguins estão sumindo aos poucos. O número dessas aves diminuiu 33% nos últimos 25 anos, em decorrência do derretimento do gelo.

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) foi criada, em março de 1994, com o objetivo de promover a estabilização dos gases de efeito estufa em um nível no qual a atividade humana não interfira com o sistema climático, ou no qual as mudanças no clima ocorram lentamente de modo a permitir a adaptação dos ecossistemas, além de assegurar que a produção de alimentos e que o desenvolvimento econômico sigam de uma maneira sustentável. São realizados encontros anualmente com os países pertencentes à UNFCCC, para discutirem o progresso e sua implementação. Esses encontros são denominados de Conferência das Partes (COP's).

A primeira, o COP-1, reuniu-se em Berlim em 1995. Uma meta concreta para servir de base ao estabelecimento das ações internacionais foi estabelecida na terceira conferência, a COP-3, através do Protocolo de Quioto. Trata-se de um documento no qual os países signatários comprometem-se a reduzir as emissões globais de gases estufa até 2012 em pelo menos 5% dos índices medidos em 1990.



O filme "O dia depois de amanhã (2004) é um filme estadunidense do gênero ação, aventura e ficção científica pós-apocalíptico, dirigido por Roland Emmerich. Retrata os efeitos catastróficos do aquecimento global e do esfriamento global.

O Protocolo de Quioto só entrou em vigor em 2005, determinando que as nações industrializadas devam desenvolver projetos para diminuir a taxa de emissão de gases do efeito estufa até 2012. Os países poderão cumprir parte de suas metas de redução através de três mecanismos que são:

- Comércio de emissões – acordo de venda do excesso de reduções das emissões de CO₂.
- Implementação conjunta – projetos que beneficiem na redução de emissão de CO₂.
- Mecanismos de Desenvolvimento Limpo ou MDL – projetos sustentáveis de redução de CO₂ de outros países.

O Protocolo de Quioto passou, desde então, a ser à base da negociação entre os países membros da Convenção. Com ele, as negociações deixaram uma fase de propostas genéricas e passaram para a fase de implantação de ações concretas. Entretanto, houve dissensões de vários países, a mais importante foi dos Estados Unidos que se recusaram a assinar o Protocolo, alegando que prejudicaria o desenvolvimento do país. Isso foi um golpe grave na viabilidade do Protocolo, porque os EUA são responsáveis por cerca de 25% das emissões globais de gases de efeito estufa, principalmente o CO₂.

O fato é que 80% do aquecimento global atual são devido a este gás. No início do século XXI, existia 30% a mais de CO₂ na atmosfera terrestre do que na época da revolução industrial. Em torno de 95% do gás carbônico emitido é proveniente das nações industrializadas através da queima de combustíveis fósseis para produção de energia. E ainda, 80% de toda energia produzida é consumida por 25% da população mundial que vive nas nações industrializadas, tornando-se o principal fator pelo qual os países em desenvolvimento esperam que as nações desenvolvidas sejam as primeiras a promoverem cortes na emissão.

Resumo

Essa unidade teve como objetivo apresentar os três fenômenos globais decorrentes da poluição atmosférica: efeito estufa, chuva ácida e a destruição da camada de ozônio. Todos os três relacionados à emissão de gases poluentes em grande quantidade para a atmosfera da Terra. A emissão desses gases se origina na forma de exploração dos recursos naturais pelo homem. Várias são as atividades poluidoras, entre elas temos como principais: a agricultura, a pecuária, e a indústria.

Atividades de aprendizagem

1. Quais são os principais fenômenos climáticos decorrentes da poluição atmosférica? Descreva-os.



Aula 5 – Controle ambiental dos recursos hídricos

Objetivos

Conhecer os principais tipos de poluição da água, seu reaproveitamento e formas de controle ambiental.

5.1 Ciclo hidrológico

Vamos compreender o processo da circulação natural da água na Terra. A água se apresenta em três estados – sólido, líquido e gasoso – que compreendem o ciclo hidrológico da Terra, mais conhecido como o ciclo da água. Esse ciclo representado na Figura 5.1 consiste dos seguintes passos: (1) o Sol aquece o oceano; (2) a água do oceano evapora e sobe no ar; (3) o vapor de água esfria e se condensa transformando-se em gotículas que formam as nuvens; (4) se uma quantidade suficiente de gotículas se condensar ficam pesadas e caem no solo em forma de chuva e de neve; (5) parte da chuva fica em cavidade no solo e o resto segue para os rios e de volta aos oceanos.

Os seres vivos também participam do ciclo da água, pois os vegetais e os animais absorvem continuamente água do ambiente e a devolvem ao meio de diversas maneiras. Os vegetais a devolvem pela transpiração, os animais, também pela transpiração, pelas fezes e principalmente pela urina. Na transpiração a água é perdida sob a forma de vapor.

Embora a Terra ainda tenha a mesma quantidade de água que sempre teve, sua demanda está maior que nunca. A população continua crescendo e todos precisam comer e se vestir com produtos que receberam água para existir.

As mesmas pessoas precisam viver em casas construídas com aço, com madeira ou com qualquer outro material de construção e esses materiais também utilizam uma grande quantidade de água. Naturalmente, as pessoas também precisam tomar banho, lavar roupa e ir ao banheiro. Tudo isso consome água.



Figura 5.1: Ciclo hidrológico

Fonte: CTISM

5.1.1 Quantidade de água na Terra

Todos nós sabemos que o planeta Terra é formado de, aproximadamente, 70% de água, não é mesmo? Mas o que nem todo mundo sabe é que a maior parte dessa água, 97,50%, é salgada e imprópria para o consumo. Da água doce, 2,493% estão em lençóis subterrâneos ou congelados nos polos, e apenas 0,007% está em rios e lagos, disponível para nosso consumo. Quer entender melhor essa proporção observe a Figura 5.2.

O Brasil tem uma posição privilegiada perante a maioria dos países do mundo quanto ao seu volume de recursos hídricos, pois possui 13,7% da água doce do mundo; no entanto, apresenta uma disponibilidade desigual de água, pois, 68% de água doce disponível do País se encontram na Bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população.

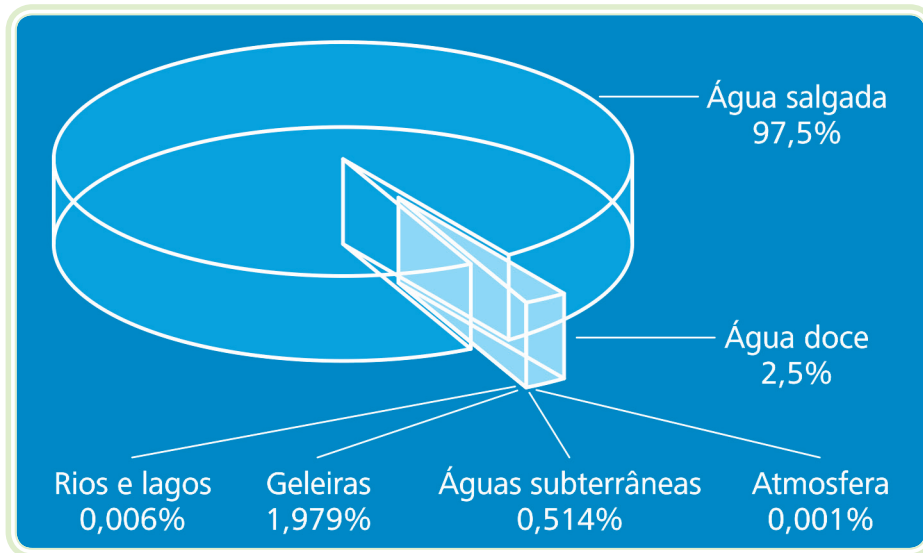


Figura 5.2: Distribuição de água no planeta Terra

Fonte: CTISM, adaptado de http://2.bp.blogspot.com/_7bgGU10INs4/R9gA-9ion4I/AAAAAAAAAD0/8E9A5x_Qbcl/s400/distribuicao_agua%5B1%5D.jpg

5.2 Uso da água

A água doce disponível para consumo na Terra é utilizada em diversas atividades humanas entre elas, as principais são: abastecimento público, abastecimento industrial, atividades agropastoris, preservação da fauna e flora, recreação, geração de energia, navegação, diluição e transportes de efluentes.

5.3 Poluição da água

5.3.1 Conceitos de poluição e contaminação da água

Poluição pode ser definida como a introdução de qualquer matéria ou energia que venha a alterar as propriedades físicas, químicas ou biológicas do corpo hídrico, afetando, ou podendo afetar, por isso, a saúde das espécies animais e vegetais que dependam ou tenham contato com o mesmo. Ou seja, ocorre desequilíbrio ecológico.

Já a contaminação é igualmente ocasionada pela introdução de substâncias, microrganismos, entre outros, no corpo hídrico, entretanto, não chega a afetar a saúde das espécies animais e vegetais. Ou seja, não gera desequilíbrio ecológico.

Exemplo

Um lago utilizado para o abastecimento de água ou para a pesca, pode estar contaminado com determinada quantidade de **coliformes fecais** e continuar sendo utilizado. Entretanto, estará poluído quando não puder mais se prestar a esta função.

A-Z

coliformes fecais

Bactérias do grupo coliforme, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*.

5.3.2 Fontes de poluição da água

5.3.2.1 Atividades agrícolas

A pressão por produzir mais em uma mesma área estimulou a utilização de pesticidas, fertilizantes químicos e outras substâncias tóxicas, que se infiltram nos solos e contaminam as águas subterrâneas.

5.3.2.2 Atividades domésticas

Várias atividades domésticas contribuem para poluir a água. Como exemplo podemos citar o uso de detergentes **biodegradáveis**, que contêm **fosfatos**, para lavar roupas e louças, que em contato com a água, funcionam como adubo e potencializam o crescimento de alguns microrganismos (como fitoplâncton e algas), que se alimentam à base de nutrientes presentes no meio. Os organismos morrem, quando os nutrientes se esgotam, pelo que a sua decomposição vai consumir o oxigênio dissolvido na água e formar gases tóxicos.

A-Z

biodegradáveis

Chamam-se biodegradáveis substâncias que, ao final de um tempo são decompostas quimicamente ou pela ação dos microrganismos.

fosfatos

Substâncias que são formadas pelo ácido fosfórico em determinada concentração.

5.3.2.3 Atividades industriais

São muitas as atividades dessa natureza. Podemos realçar as indústrias alimentícias, refinarias e fábricas de pasta de papel, que lançam nos seus esgotos óleos, celulose e produtos sintéticos como tintas e plásticos. Isto ocorre devido à negligência no tratamento das águas industriais antes de despejá-las nos corpos d'água. Há acidentes cada vez mais frequentes que proporcionam lançamentos de poluentes nos ambientes aquáticos.

5.3.2.4 Esgotos domésticos e industriais

Os efluentes provenientes desses esgotos quando descarregados diretamente nos rios provocam a sua contaminação/poluição, pois contêm, alguns deles, água a temperaturas elevadas, venenos tóxicos, restos orgânicos, bactérias e vírus perigosos, o que provoca a morte de muitos seres vivos, podendo mesmo transformar o corpo hídrico e seu entorno num **deserto biológico**, escuro, mal cheiroso, turvo, com espuma e bolhas à superfície.

A-Z

deserto biológico

Aqui o conceito de desertificação aparece associada à destruição do potencial biológico.

5.4 Desperdício da água

As principais atividades que se denotam pela utilização e desperdício da água são: a agricultura, a indústria e o uso doméstico.

A irrigação para cultivos agrícolas atualmente responde por mais de dois terços de toda a água retirada de lagos, rios e reservatórios subterrâneos. A irrigação é vital para a agricultura na maior parte do planeta e em certas regiões do Brasil. Entretanto, essa atividade se notabilizou como principal

forma de desperdício de água, principalmente, as técnicas de irrigação mais rudimentar. As atividades agrícolas chegam a consumir em mais de 60% da água doce disponível do planeta.

A indústria é a segunda maior consumidora da água doce disponível. As indústrias utilizam a água de diversas maneiras no resfriamento e na lavagem de seus equipamentos, como solvente ou ainda na diluição de emissões poluentes. Em termos globais, a indústria é responsável por 22% de toda a água doce consumida.

Alguns setores são especialmente **perdulários** nesse quesito. Um bom exemplo é o aço. Antes da Segunda Guerra Mundial, eram necessárias entre 60 e 100 toneladas de água para produzir uma tonelada do metal. Hoje, com as novas tecnologias, é possível reduzir esse volume a menos de 6 toneladas de água. Entretanto, o consumo ainda é alto quando o comparamos com o de outros setores: a produção de uma tonelada de alumínio gasta apenas 1,5 toneladas de água.

O ambiente doméstico também é um dos grandes consumidores que desperdiçam água. O banheiro é onde há mais desperdício. A simples descarga de um vaso sanitário pode gastar até 30 litros de água, dependendo da tecnologia adotada. Uma das mais econômicas consiste numa caixa d'água com capacidade para apenas seis litros, acoplada ao vaso sanitário. O banho é outro problema. Quem opta por uma ducha gasta até 3 vezes mais do que quem usa um chuveiro convencional. São gastos, em média, 30 litros a cada cinco minutos de banho.

A Figura 5.3 mostra o consumo de água em cada atividade representada. Podemos observar que a agricultura é a primeira e grande consumidora desse recurso natural.

A-Z

perdulários
Adjetivo que denomina aquela pessoa que gosta de gastar ou desperdiçar muito.

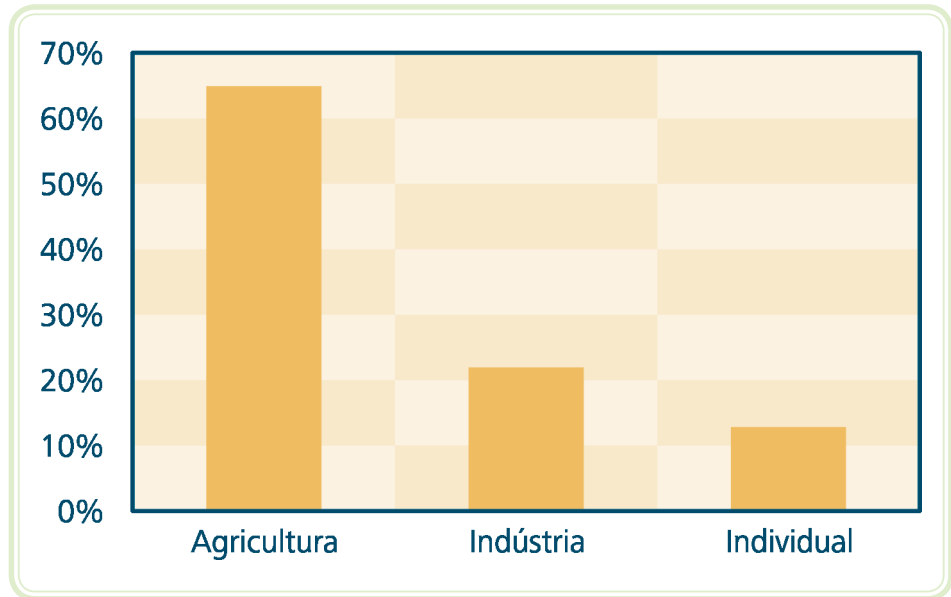


Figura 5.3: Grandes consumidores de água doce no planeta

Fonte: CTISM, adaptado de Clarke e King, 2005

5.5 Tratamento da água

5.5.1 Parâmetros da qualidade da água

A poluição da água está relacionada com a falta de sistemas adequados para sua captação, transporte e tratamento. As principais preocupações são com matéria orgânica, microrganismos patogênicos, concentração de fósforo e nitrogênio. Por isso, os dispositivos para tratamento são importantes e vitais na produção de água própria ao consumo.

Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água são mostrados a seguir, separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos.

- a) Parâmetros físicos são aqueles relacionados à temperatura, ao sabor, ao odor, a cor, a turbidez, a presença de sólidos, e a condutividade elétrica.
- b) Parâmetros químicos são aqueles relacionados: ao pH (potencial hidrogeniônico), a alcalinidade, a dureza, ao fósforo, ao nitrogênio, ao ferro, ao manganês, aos cloretos, aos fluoretos, a matéria orgânica, ao oxigênio dissolvido, a demanda bioquímica e química de oxigênio, e aos componentes inorgânicos e orgânicos.

- c) Parâmetros biológicos são aqueles relacionados à presença de coliformes fecais e de algas.

5.5.2 Tipos de tratamento

Os tipos e etapas de tratamento da água serão compatíveis com os parâmetros ou aspectos que se desejam alcançar para obter água de boa qualidade, própria ao consumo. São eles:

- a) **Processos físicos** – promovem a separação de sólidos em suspensão nas águas residuais por sedimentação, aglomeração, etc.
- b) **Processos químicos** – promovem a correção do pH, floculação, etc.
- c) **Processos biológicos** – promovem o tratamento de águas residuais por microrganismos aeróbicos ou anaeróbicos.

O tratamento da água doce pode ser realizado em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), que consiste, basicamente, num conjunto de tanques e filtros, onde a água passa, em sequência, pelos seguintes processos: desinfecção, floculação, decantação, filtração e cloração.

O tratamento de efluentes provenientes de esgoto doméstico e industrial pode ser feito em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), que consiste, basicamente, num conjunto de unidades, onde o efluente passa, em sequência, pelas etapas de tratamento: preliminar, primário e secundário. A definição dessas etapas de tratamento vai depender da solução tecnológica adotada.

O tratamento da água e de efluentes de esgoto requer altos investimentos para que todo o processo de tratamento seja possível. Ao contrário do que muitas pessoas possam acreditar, o tratamento da água é um processo caro. Por isso, todas as vezes que estivermos desperdiçando água, devemos pensar na importância da água tratada para toda a população e nas consequências que sofreríamos se um dia ela faltasse.

Resumo

A água é provavelmente o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade.

A Terra possui 1,4 milhões de quilômetros cúbicos de água, mas apenas 2,5% desse total é doce. Os rios, lagos e reservatórios de onde a humanidade retira o que consome só correspondem a 0,007%. Daí a necessidade de preservação dos recursos hídricos.

Essa aula mostrou conceitos importantes para entender o processo de poluição da água, como ocorre seu uso e desperdício. E ainda apresenta o processo e os tipos de tratamento de água e de efluentes de esgoto.

O maior desafio de ordem sócio-ambiental no século XXI é a preservação da água. Então, percebemos o quão importante é unir esforços para preservar este bem, tão importante para a nossa sobrevivência, através de políticas públicas, tecnologia e mudança de mentalidade.



Atividades de aprendizagem

1. No que consiste o ciclo hidrológico da Terra?
2. Que tipo de água é adequado ao consumo humano?
3. Quais as principais atividades humanas responsáveis pelo desperdício de água?
4. Para que serve o tratamento de água? Quais são os aspectos tratados para que água seja considerada de boa qualidade?

Aula 6 – Controle ambiental dos resíduos sólidos

Objetivos

Conhecer as principais fontes e categorias de resíduos sólidos, seu reaproveitamento e formas de controle ambiental.

6.1 Conceito de resíduos sólidos

Segundo a **Lei nº 12.305/2010**, resíduo sólido é definido como

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A-Z

Lei nº 12.305/2010

Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis.

6.2 Classificação de resíduos sólidos

6.2.1 Em função da origem

De acordo com a ABNT/NBR 10004/2004 os resíduos sólidos (RS) são provenientes das seguintes fontes de produção:

- a) **Resíduos industriais** são todos os resíduos que resultem de atividades industriais e que se encontrem nos estados sólido, semissólido, gasoso, quando contido, e líquido, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição – CONAMA, Resolução nº 313, 2002).



Figura 6.1: Vazamento em tanque de lama vermelha, resíduo da produção de alumínio

Fonte: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI181108-18095,00-HUNGRIA+AFIRMA+QUE+DIQUE+DEVE+IMPEDIR+NOVO+VAZAMENTO+DE+LAMA+TOXICA.html>

- b) Resíduos urbanos** são todos e quaisquer resíduos produzidos a nível domiciliar e são normalmente restos de comidas, embalagens de alimentos ou equipamentos adquiridos pela família ou qualquer tipo de ferramenta ou acessório, o que inclui equipamento eletrônico já não considerado de uso para a família, também inclui os resíduos encontrados na via pública, que poderão ser areias, folhas e outros colocados pelos indivíduos.
- c) Resíduos de serviço de saúde** são os resíduos produzidos em unidades de saúde, constituídos de lixo comum (papel, restos de jardim, restos de comida de refeitórios e cozinhas, etc.), resíduos infectantes ou de risco biológico (sangue, gases, curativos, agulhas, etc.) e resíduos especiais (químicos, farmacêuticos e radioativos).
- d) Resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários** são resíduos oriundos desses locais de mobilidade. Constituem-se em resíduos que podem conter organismos patogênicos como materiais de higiene e de asseio pessoal e restos de comida. Possuem capacidade de veicular doença de outras cidades, estados e países.
- e) Resíduos agrícolas** são os resíduos da exploração agrícola, os objetos e materiais que foram utilizados na exploração ou resultam de operações agrícolas, para os quais não se encontram mais utilidade, agora ou no futuro, e dos quais o agricultor quer se desfazer.

f) **Resíduos radioativos** são aqueles materiais resultantes da atividade humana que extrapolam os limites de radionucleotídeos estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e que não podem ser reutilizados de forma imprópria e seu descarte difere do lixo comum. Os rejeitos radioativos são provenientes de basicamente dois tipos de instalações:

- **Instalações nucleares** – englobam todas as instalações do ciclo do combustível, que vai desde a mineração, passando por todo processo – beneficiamento, conversão, enriquecimento, reconversão, produção das pastilhas e elemento combustível – até chegar ao uso em usinas e armazenamento final.
- **Instalações radioativas** – demais instalações, como por exemplo, clínicas, hospitais, indústrias, universidades, centros de pesquisa, etc.



g) **Entulho** é o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes. Em razão de suas características e volumes não pode ser considerado como um resíduo urbano.



Figura 6.2: Entulho, resíduos provenientes da construção civil

Fonte: <http://www.walterbartels.com/noticia/5432/meio-ambiente-19-5-2010-fop-multa-comerciante-por-despejo-de-entulho>

6.2.2 Em função da periculosidade

De acordo com a NBR 10004/2004 os Resíduos Sólidos (RS) são classificados de acordo com o grau em que apresentam risco a saúde humana. Podem ser:

- a) **Resíduos perigosos** (classe I) – resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada. Exemplo: RS provenientes das indústrias química e farmacêutica, explosivo, combustível, radioativo, hospitalar patogênico.
- b) **Resíduos não-inertes** (classe II) – resíduos que não se enquadram na Classe I ou na Classe III. Podem ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Exemplo: papéis, papelão, matéria vegetal e outros.
- c) **Resíduos inertes** (classe III) – resíduos sólidos que, submetidos a teste de solubilização, não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de portabilidade da água, exceto: cor, turbidez, dureza e sabor. Exemplo: rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos facilmente.

Os resíduos hospitalares apresentam outra classificação segundo o CONAMA, Resolução nº 05/93:



- a) Grupos A – infectantes – presença de agentes biológicos com risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente. Exemplo: agulhas e seringas utilizadas.
- b) Grupos B – químicos – apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas, como é o caso dos medicamentos.
- c) Grupo C – materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos – provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN-NE 06/05.
- d) Grupo D – comuns – todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente. Geralmente, resíduos orgânicos ou recicláveis que podem ser destinados a aterros convencionais, sem o cuidado demais dos demais resíduos.

6.3 Gerenciamento e manejo de resíduos sólidos

6.3.1 Gerenciamento de resíduos industriais

A responsabilidade do manejo é da indústria produtora dos resíduos ou rejeitos. O aterro industrial é uma alternativa de destinação de resíduos industriais, que se utiliza de técnicas que permitem a disposição controlada destes resíduos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública, e minimizando os impactos ambientais.

Essa técnica consiste em confinar os resíduos industriais em células, com menor área e volume possíveis, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho ou intervalos menores, caso necessário. Célula é o módulo de um aterro industrial que contempla isoladamente todas as etapas de construção.

Os aterros industriais são classificados nas classes I, II ou III, conforme a periculosidade dos resíduos a serem dispostos. Os aterros Classe I podem receber resíduos industriais perigosos, os Classe II, resíduos não-inertes e os Classe III, somente resíduos inertes.

6.3.2 Gerenciamento de resíduos urbanos

O gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos é, em síntese, o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo, elevando assim a qualidade de vida da população e promovendo o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos – para a eles ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica e ambientalmente corretas –, as características sociais, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais.

Em geral, diferentemente do conceito de gerenciamento integrado, os municípios costumam tratar o lixo produzido na cidade apenas como um material não desejado, a ser recolhido, transportado, podendo, no máximo, receber algum tratamento manual ou mecânico para ser finalmente disposto em aterros. Trata-se de uma visão distorcida em relação ao foco da questão social, encarando o lixo mais como um desafio técnico no qual se deseja receita política que aponte eficiência operacional e equipamentos especializados.

6.3.3 Gerenciamento de resíduos hospitalares

A responsabilidade pelo manejo desses resíduos é do agente produtor, no caso hospital ou clínica. A triagem e acondicionamento dos resíduos hospitalares devem ser feita junto do local onde se deu a sua produção, e acondicionados de forma a ser clara a sua origem e grupo:



Grupo I e II – recipientes de cor preta.

Grupo III – branca com indicação de risco biológico.

Grupo IV – vermelha (exceto materiais cortantes e perfurantes, que devem ser armazenados em recipientes ou contentores imperfuráveis).

As disposições utilizadas para resíduos de serviços de saúde devem ainda obedecer alguns critérios para seu tratamento, de acordo com o tipo de resíduo, como:

- a) Térmicos – micro-ondas, autoclave, incineração e plasma térmico.
- b) Químicos – tratamento com cloro e derivados de cloro.
- c) Radioativos – tratamento com ultravioleta, cobalto 60 e infravermelho.
- d) Mecânicos – disposição em valas sépticas.

6.3.4 Gerenciamento de resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários

O destino final obrigatório, por lei, para os resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários é a incineração. Entretanto, no Brasil, somente alguns aeroportos atendem às exigências da legislação ambiental, não havendo o menor cuidado na disposição dos resíduos gerados em terminais marítimos e rodo-ferroviários.

De forma geral a responsabilidade do manejo de resíduos sólidos obedece à determinação conforme indicado no Quadro 6.1.

Quadro 6.1: Responsabilidade do manejo de resíduos sólidos

Tipo de resíduos	Responsabilidade do manejo
Industriais	Empresa geradora.
Urbanos	Prefeitura municipal é co-responsável, desde que não exceda o limite de 50 kg/dia para cada domicílio.
Serviços de saúde	Agente gerador.
Agrícolas	Empresa geradora.
Portos, aeroportos, terminais	Agente gerador.
Radioativos	Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).
Entulhos	Prefeitura municipal é co-responsável, não excedendo o limite de 50 kg/dia, caso contrário, a responsabilidade é do agente gerador.

Fonte: ABNT/NBR 10.004/2004

6.4 Coleta e reciclagem de resíduos sólidos

Coletar o lixo significa recolher o lixo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final. Coleta-se o lixo para evitar problemas de saúde que ele possa propiciar.

A coleta e o transporte do lixo domiciliar produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana. Para esses serviços, podem ser usados recursos próprios da prefeitura, de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como o aluguel de viaturas e a utilização de mão de obra da prefeitura.

6.4.1 Coleta seletiva

É separar o lixo para que seja enviado para reciclagem. Significa não misturar materiais recicláveis com o restante do lixo. Ela pode ser feita por um cidadão sozinho ou organizada em comunidades: condomínios, empresas, escolas, clubes, cidades, etc.

Muitos são os benefícios da coleta seletiva para a sociedade e o meio ambiente, entre eles podemos citar: menor redução de florestas nativas, reduz a extração dos recursos naturais, diminui a poluição do solo, da água e do ar; economiza energia e água, possibilita a reciclagem de materiais que iriam para o lixo, conserva o solo, diminui o lixo nos aterros e lixões; prolonga a vida útil dos aterros sanitários, diminui os custos da produção, com o aproveitamento de recicláveis pelas indústrias; diminui o desperdício; melhora a limpeza e higiene da cidade; previne enchentes; diminui os gastos com a limpeza urbana; cria oportunidade de fortalecer cooperativas, gera emprego e renda pela comercialização dos recicláveis.

6.4.2 Reciclagem

Denomina-se reciclagem a separação de materiais do lixo domiciliar, tais como papéis, plásticos, vidros e metais, com a finalidade de trazê-los de volta à indústria para serem beneficiados. Esses materiais são novamente transformados em produtos comercializáveis no mercado de consumo.

6.5 Técnicas para tratamento e disposição final de resíduos sólidos

6.5.1 Acondicionamento de resíduos sólidos

Acondicionar os resíduos sólidos domiciliares significa prepará-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos.

A qualidade da operação de coleta e transporte de lixo depende da forma adequada do seu acondicionamento, armazenamento e da disposição dos recipientes no local, dia e horários estabelecidos pelo órgão de limpeza urbana para a coleta. A população tem, portanto, participação decisiva nesta operação.

A importância do acondicionamento adequado está em: evitar acidentes, evitar a proliferação de vetores, minimizarem o impacto visual e olfativo, reduzir a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva), facilitarem a realização da etapa da coleta.

6.5.2 Estações de transferência de resíduos sólidos

Muito empregadas no passado, consistem em uma área com infraestrutura disponível que possibilite armazenar resíduos sólidos temporariamente até que possam ser removidos para seu destino final. Nessas estações podem ser feitas operações de tratamento físico, como redução de tamanho (cominuição) e de volume (prensagem).

Na maioria das cidades os roteiros de coleta de lixo domiciliar são sempre iniciados em um mesmo horário, sendo provável que os veículos terminem seus roteiros e cheguem à estação de transferência em uma mesma faixa de horário.

A chegada simultânea de veículos torna imprescindível que a estação de transferência conte com um local para o armazenamento dos resíduos para absorver os chamados “picos” de vazamento. O local de armazenamento, além de absorver os “picos” de vazamento, torna possível a operação do sistema com um menor número de veículos/equipamentos.

6.5.3 Compostagem

Define-se compostagem como o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (aqueles que possuem carbono em sua estrutura), de origem animal e vegetal, pela ação de microrganismos. Para que ele ocorra não é necessária a adição de qualquer componente físico ou químico à massa do lixo.

O processo se constitui basicamente de duas etapas:

- a) Física, na qual se dá o preparo dos resíduos, fazendo-se uma separação entre a matéria a ser composta e outros materiais (potencialmente recicláveis e/ou rejeito), e em seguida uma homogeneização.
- b) Biológica, consiste da fermentação e da digestão do material, realizadas sob condições controladas, num período que varia, geralmente, de 60 a 120 dias.

6.5.4 Incineração

É um processo de redução de peso (em até 70%) e de volume (em até 90%) do lixo através de combustão controlada, de 800 a 1.000°C, visando à disposição final. O processo é realizado em fornos especiais, nos quais se pode garantir oxigênio para combustão, turbulência, tempos de permanência e temperaturas adequados.

É uma alternativa indicada para o caso de grande quantidade de resíduos sépticos e/ou perigosos ou quando se têm grandes distâncias a serem percorridas entre a coleta e disposição final, e o lixo é rico em materiais secos comburentes. Outra circunstância que recomenda a incineração é a dificuldade de encontrar áreas para aterro. Um grande inconveniente deste processo é a liberação de gases tóxicos que precisam ser tratados. Além disto, as cinzas e demais materiais remanescentes do processo de incineração precisam ser convenientemente dispostos.

6.5.5 Lixão

É uma área de disposição final de resíduos sem nenhuma preparação anterior do solo. Não há nenhum sistema de tratamento de efluentes líquidos, o chorume, e o lixo fica exposto sem nenhum procedimento que evite consequências ambientais e sociais negativas, conforme mostra a Figura 6.3.

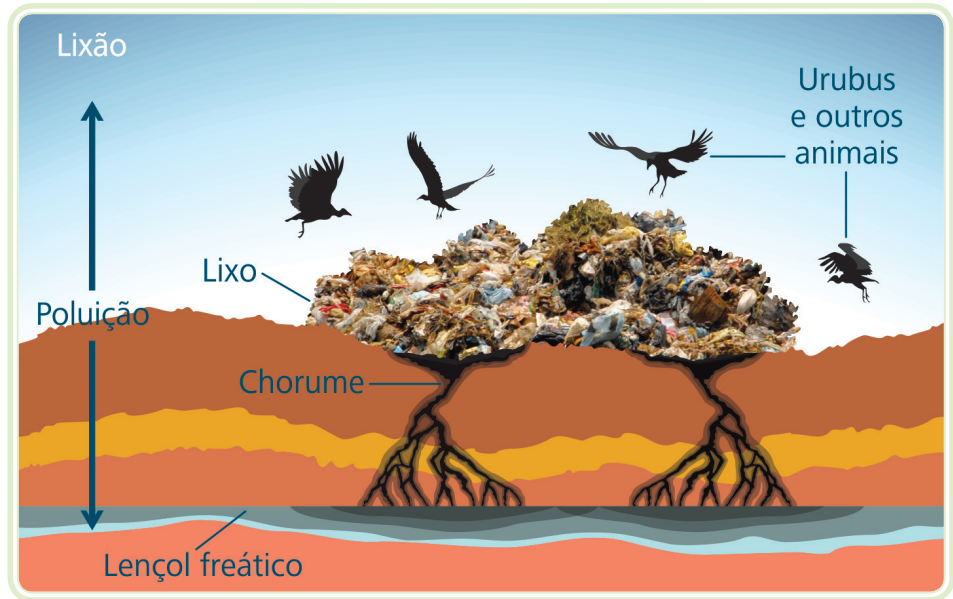


Figura 6.3: Representação gráfica de um lixão

Fonte: CTISM

6.5.6 Aterro controlado

É uma fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário. A disposição dos resíduos é feita da mesma forma que no lixão, porém os resíduos são cobertos com material inerte ou terra. Normalmente é uma célula adjacente ao lixão que foi remediado, ou seja, que recebeu cobertura de argila e grama. Tem circulação do chorume que é coletado e levado para cima da pilha de lixo, diminuindo a sua absorção pela terra ou vai para uma estação de tratamento para este efluente. A Figura 6.4 mostra a representação gráfica do aterro controlado.

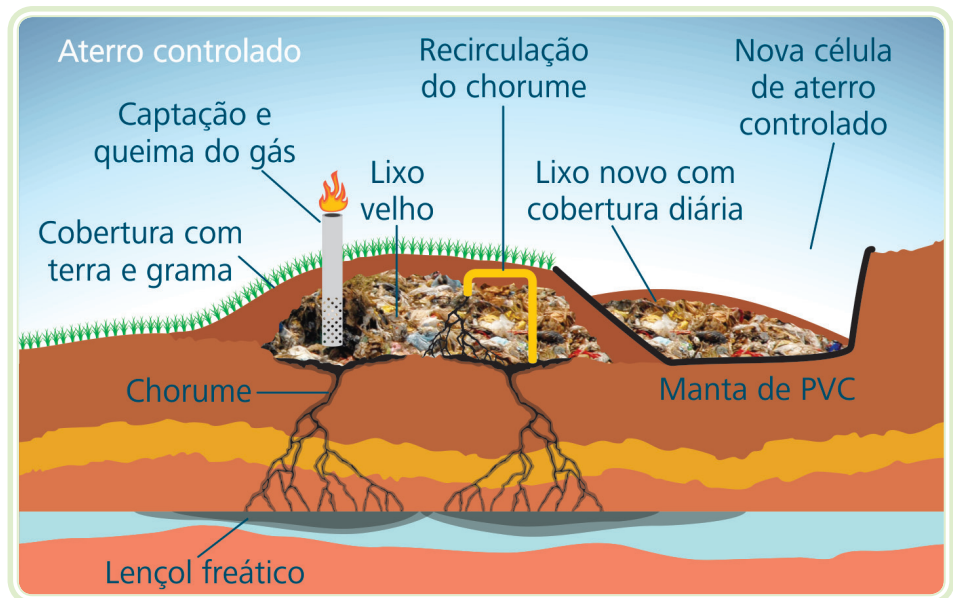


Figura 6.4: Representação gráfica de um aterro controlado

Fonte: CTISM

6.5.7 Aterro sanitário

Segundo a norma ABNT/NBR 8419/1984, aterro sanitário é “uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais”. Este método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário.

É a disposição adequada dos resíduos sólidos urbanos, que antes de iniciar a disposição do lixo, teve o terreno preparado previamente com o nivelamento de terra e com selamento da base com argila e mantas de PVC (extremamente resistente). A operação do aterro sanitário assim como a do aterro controlado prevê a cobertura diário do lixo, não ocorrendo a proliferação de vetores, mau cheiro e poluição visual, conforme mostra a Figura 6.5.

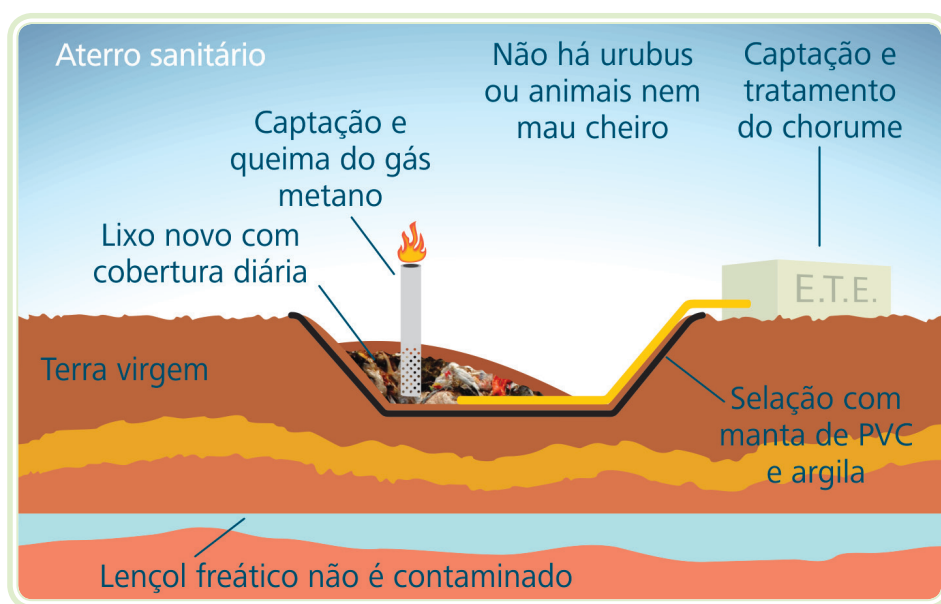


Figura 6.5: Representação gráfica de um aterro sanitário

Fonte: CTISM

Os maiores problemas para a implantação de aterros são: (1) a possibilidade de se poluir o solo e cursos de água superficiais ou subterrâneos; (2) a necessidade de supervisão constante de modo a garantir a manutenção das mínimas condições ambientais e de salubridade; (3) a geração de gases a partir da decomposição do lixo aterrado; (4) a necessidade de terrenos disponíveis para a instalação do aterro próximos aos locais de produção do lixo, já que o custo de transporte é muito elevado na limpeza urbana em virtude do baixo peso específico do lixo; (5) a resistência dos moradores nas

cercanias do aterro que, muitas vezes, por não serem ouvidos e devidamente esclarecidos quanto ao problema, acabam por criar impasses desgastantes para a administração municipal.

Resumo

A aula mostrou como ocorre a poluição ambiental tendo como agente os resíduos sólidos. Com base, principalmente, na NBR 10004/2004, são citados: o conceito de resíduo sólido, bem como, sua classificação, de acordo com a origem e com o grau de periculosidade à saúde humana. O gerenciamento e a responsabilidade do manejo dos resíduos são abordados ainda nessa aula, com especial atenção para os resíduos industriais e urbanos. Por fim, as técnicas existentes de tratamento e disposição final são relacionadas com ênfase para o aterro sanitário.



Atividades de aprendizagem

1. De acordo com seu entendimento, o que são resíduos sólidos?
2. Como os resíduos sólidos se classificam de acordo com sua origem?
3. Qual a importância da Coleta Seletiva? E como ela facilita a reciclagem?
4. Quais são as técnicas disponíveis para disposição final dos resíduos sólidos?
5. O que é um aterro industrial?

Aula 7 – Política e gestão ambiental no Brasil

Objetivos

Conhecer e interpretar os instrumentos estabelecidos pela legislação pertinente ao meio ambiente.

7.1 Política ambiental no Brasil

7.1.1 Avanços institucionais para o meio ambiente no Brasil

A legislação ambiental nacional vem acompanhando a tendência mundial, oferecendo instrumentos para coibir a poluição ambiental, ficando para os órgãos ambientais e ao judiciário, respeitando os princípios da legalidade e da moralidade, o cumprimento da Lei.

A política ambiental consiste de um princípio filosófico, administrativo e legal que objetiva, através do planejamento estratégico de uma empresa ou órgão público, integrar à sua gestão o uso otimizado e racional do recurso ambiental, de forma a gerar o desenvolvimento sustentável.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Capítulo II, Art. 2º, define que Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

A PNMA estabelece princípios, objetivos, cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), e ainda estabelece os instrumentos necessários a aplicação da lei. Os instrumentos principais definidos pela PNMA são os seguintes: padrões de qualidade ambiental, zoneamento ambiental, avaliação de impactos ambientais, licenciamento e revisão de atividades poluidoras; incentivo a ciência e tecnologia, unidades de conservação, sanções administrativas e penais, entre outras.

O SISNAMA integra um órgão superior, um órgão central representado pelo Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal,

um órgão consultivo e deliberativo federal, representado pelo CONAMA, um órgão executor federal representado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgãos seccionais representados por órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas e projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar degradação ambiental e órgãos locais, representados pelos Conselhos Municipais de Defesa Ambiental (CODEMAs) e as Secretarias Municipais de Meio Ambiente, responsáveis pelo controle e fiscalização nas respectivas jurisdições. A Figura 7.1 é a representação gráfica da estrutura institucional definido pela Política Ambiental.



Figura 7.1: Estrutura institucional definida pela Lei nº 6.938

Fonte: CTISM, adaptado de Ministério do Meio Ambiente

A Constituição Federal de 1988, em seu Capítulo II, Artigo 23, fala da competência comum entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios a proteção ambiental, em seus incisos:



VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;

Ainda da Constituição Federal de 1988, o Capítulo VI, Art. 225, é voltado especificamente para legislar questões sobre o Meio Ambiente e define que

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

Em termos de instrumentos legais, na área do meio ambiente, merecem destaque as seguintes legislações: a Lei Federal nº 9.433, de 08.01.1997, aprova a Política Nacional de Recursos Hídricos; a Lei Federal nº 9.605, de 12.02.1998, que institui a Lei de Crimes Ambientais; a Lei Federal nº 10.257, de 10.07.2001, que estabelece diretrizes para a Política Nacional Urbana, denominada Estatuto da Cidade; a Lei Federal nº 11.445, de 05.01.2007, que estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico; e, por fim, a Lei Federal nº 12.305, de 02.08.2010, que aprova a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Todas elas representam importante avanço para a proteção e preservação do meio ambiente.

A Política Nacional de Recursos Hídricos cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e determina que a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, e tem como principal objetivo assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

A Lei de Crimes Ambientais (1998) dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Nesta Lei são considerados e caracterizados os crimes contra o meio ambiente como: os crimes contra a fauna, a flora, o ordenamento urbano e o patrimônio cultural; e ainda, as práticas de poluição do meio físico. Viabiliza maior agilidade e eficácia na punição aos infratores do meio ambiente, estabelecendo punições mais severas e, por outro lado, possibilitando a não-aplicação das penas ao infrator que recuperar os danos ou de outra forma, pague sua dívida à sociedade.

O Estatuto da Cidade é a nova lei que regulamenta a política urbana desde 2001. Para todos os efeitos, esta Lei estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Para falar de forma mais simples, são novas regras criadas para organizar as nossas cidades. Essas normas definem como devemos usar as nossas cidades, e que todos têm o direito a terra e casa para morar, transporte, atendimento do serviço público, trabalho e até mesmo lazer.

A Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Definem quais são os princípios fundamentais para a prestação dos serviços de saneamento básico, entre eles, a universalização do acesso ao abastecimento de água, ao esgotamento sanitário, a limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

A legislação recentemente aprovada representa o fim de um debate que se estendeu por quase vinte anos, pois envolve sérias questões de ordem administrativa e política na esfera do espaço metropolitano. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos sólidos gerados por pessoas físicas ou jurídicas de direito público ou privado, à exceção dos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Importante frisar que, como a humanidade vive uma realidade de incertezas, sob o ponto de vista ecológico, haja vista, que a degradação do meio ambiente aumentou significativamente nas últimas décadas. Nem sempre o princípio da precaução e/ou da prevenção tem êxito, por isso se consubstancia a importância do princípio do poluidor-pagador. Este regula as situações de atividades ou obras lesivas ao meio ambiente, atribuindo ao agente poluidor a responsabilidade pela reparação do bem ambiental lesado. Ao estabelecer tal concepção, a lei visa não só a assegurar a reparação do dano pelos responsáveis, mas também a induzir o poluidor e o usuário a racionalizarem o uso dos recursos ambientais. Nesse tocante, as legislações referidas esboçam avanços ao terem como fundamento o princípio do poluidor-pagador.

7.1.2 Desenvolvimento sustentável

É um processo de transformação no qual a exploração dos recursos naturais, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988).

O desenvolvimento sustentável busca alcançar através da atuação responsável, conservar o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida no nosso planeta. Consiste na proposta de atender às necessidades da geração atual sem comprometer o direito das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades. Existem dois conceitos chaves:

- **1º Conceito chave – necessidades** – podem variar de sociedade para sociedade, mas devem ser satisfeitas para assegurar as condições essenciais de vida a todos.
- **2º Conceito chave – limitação** – existe necessidade da tecnologia desenvolver soluções que conservem os recursos limitados atualmente disponíveis e que permitam renová-los na medida em que eles sejam necessários às gerações futuras.

O desafio de conjugar a conservação ambiental com o crescimento econômico somente poderá ser vencido com a participação conjunta dos Governos, das empresas e da sociedade como um todo.

A indústria não é o único vilão do processo de poluição ambiental. Ela é fundamental no desenvolvimento da qualidade de vida da sociedade contribuindo para o desenvolvimento dos outros setores que também causam poluição.

A legislação ambiental pode patrocinar as soluções sustentáveis, estimulando as empresa que as adotam, e punindo as que se beneficiam de custos baixos na produção, em função de não investirem na proteção ambiental. Em função da difusão do conceito de desenvolvimento sustentável se reconhece, agora que uma economia sadia não se sustenta sem um meio ambiente sadio.

7.2 Gestão ambiental no Brasil

7.2.1 Conceito de gestão ambiental

Para Kraemer (2004), a gestão ambiental é um aspecto funcional da gestão de uma empresa, que desenvolve e implanta as políticas e estratégias ambientais. Segundo Valle (2000), gestão ambiental consiste numa função organizacional independente e necessária, com características próprias que a distinguem das funções de segurança, relações industriais, relações públicas e outras com as quais interage.

Diversas organizações empresariais estão cada vez mais preocupadas com o ambiente. Neste sentido, a gestão ambiental tem se configurado como uma das mais importantes atividades relacionadas com qualquer empreendimento.

Além dessa ferramenta, a problemática ambiental envolve também o gerenciamento dos assuntos pertinentes ao meio ambiente, por meio de sistemas de gestão ambiental, da busca pelo desenvolvimento sustentável, da análise do ciclo de vida dos produtos e da questão dos passivos ambientais.



A série ABNT/NBR ISO 14000 é considerada uma norma brasileira, pois recebe aprovação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Instituto de Normalização e Padronização Industrial (INMETRO). Entretanto, sua aplicação tem reconhecimento internacional pois seu texto é elaborado pela Organização Internacional de Padronização (ISO).

Segundo a ABNT/NBR ISO 14001, a gestão ambiental consiste num conjunto de medidas e procedimentos bem definidos e adequadamente aplicados que visam reduzir e controlar os impactos introduzidos por um empreendimento sobre o meio ambiente.

A ABNT/NBR ISO 14001 faz parte de um conjunto de normas e ações, a série ABNT/NBR ISO 14000, voltadas para a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade Ambiental, que visam gerar e/ou otimizar o desenvolvimento sustentável.

O conjunto de normas da série ABNT/NBR ISO 14000 representa o reconhecimento da importância da qualidade ambiental na gestão dos negócios das empresas e nas relações com os clientes e a sociedade em geral.

7.2.2 Sistema de gestão da qualidade ambiental

A qualidade ambiental consiste no atendimento aos requisitos de natureza física, química, biológica, social, econômica e tecnológica que assegurem a estabilidade das relações ambientais no ecossistema no qual se inserem as atividades da empresa.

A ABNT/NBR ISO 14001 define uma série de princípios, objetivos e requisitos, ou critérios mínimos, que devem ser seguidos pelas empresas para o estabelecimento dos padrões de qualidade ambiental que a norma preconiza. De maneira geral e resumida, citamos as ferramentas que dão origem aos requisitos:

7.2.2.1 Educação ambiental

A absorção dos conceitos de desenvolvimento sustentável e atuação responsável no processo administrativo de uma empresa requerem uma mudança de cultura patronal e laboral em todos os níveis, que somente terá sucesso através da educação ambiental, que na empresa tem como objetivos fundamentais:

- a) Eliminar a ideia errônea de que a solução dos problemas ambientais de uma empresa é responsabilidade das gerências ou dos setores de segurança e/ou segurança do trabalho.
- b) Permitir que cada funcionário tenha a percepção dos problemas ambientais gerados pelas atividades produtivas (produtos e insumos) da empresa, o que induz a participação de todos na solução dos problemas.
- c) Dar conhecimento a todos os funcionários dos princípios de reciclagem, separação prévia e disposição dos resíduos.
- d) Capacitar os funcionários quanto às ações em situação de emergência.
- e) Gerar conscientização ambiental nos trabalhadores de modo a permitir uma reavaliação contínua dos resultados alcançados no processo de proteção e melhoria do meio ambiente.
- f) A educação ambiental constitui um passo preliminar importante para a implantação da Política Ambiental da empresa que se materializará através de um Sistema de Gestão Ambiental.

7.2.2.2 Conscientização ambiental

Consiste de mecanismos de estímulo e/ou punição. Entre eles:

- a) Persuasão moral através da educação ambiental.
- b) Cobrança de taxas por emissão de poluente (poluiu/pagou), que é mecanismo coercitivo, aplicado globalmente, de eficácia inegável, mas de baixa utilidade no processo de conscientização ambiental.
- c) Incentivos para não emissão de poluentes através da concessão de benefícios para incentivar o desenvolvimento de produtos e processos produtivos considerados ecologicamente limpos, por não utilizarem agentes considerados nocivos ao meio ambiente.
- d) Sistema de depósito e reembolso que consiste na liberação de crédito, previamente retido, em função da entrega de item ou rejeito descartado de forma apropriada.

- e) Bolsas de “permissões de emissão”, através de um sistema de permissões de emissões, denominado “bolsa de emissões”, podem ser negociados direitos entre instalações que superam as normas e aquelas que não conseguem cumpri-las por motivos diversos.

A conscientização ambiental dos dirigentes de uma empresa pode provocar alterações profundas em suas prioridades estratégicas, o que induz mudanças no comportamento de todos os funcionários.

7.2.2.3 Plano de ação

A consecução da qualidade ambiental será embasada em um planejamento detalhado e sistematizado.

7.2.2.4 Controle da documentação

Para facilitar a inspeção e avaliação dos processos desenvolvidos sob a égide da qualidade ambiental, estes devem ser integralmente registrados.

7.2.2.5 Organização e limpeza

Fundamentais na gestão da qualidade.

7.2.2.6 Inspeções e análises periódicas da situação

Necessárias para geração da visão proativa.

7.2.2.7 Estabelecimento de uma política de gestão

Compete à empresa definir em sua estratégia institucional os padrões de qualidade que pretende imprimir em seus produtos e processos produtivos., envolvendo o recurso ambiental com:

- a) Utilização conscienciosa de matérias-primas.
- b) Otimização dos fluxos de energia.
- c) Otimização do uso de materiais reaproveitáveis e resíduos.

7.2.2.8 Uso de tecnologia apropriada

Onde a empresa busca controlar os impactos ambientais gerados dentro das instalações e sobre o meio ambiente externo. Consiste:

- a) Produção mais limpa – é o processo de reengenharia que busca reduzir a geração de resíduos em uma organização.

- b) Ciclo de vida de um produto – identificação de toda a trajetória de um produto, desde as matérias primas e insumos utilizados em sua fabricação, os resíduos gerados em todas as fases de produção, bem como o seu descarte final. O ciclo de vida de um produto deve ser analisado para que se possa assegurar, de forma global, sua qualidade, do ponto de vista ambiental.

7.2.2.9 Controle e minimização dos riscos ambientais

Envolve os dispositivos de higiene e segurança do trabalho, como adequados mecanismos de proteção de ruídos, vibrações, iluminação, temperatura, pressão, poeiras, gases, vapores, microrganismos, riscos de queda, ergonomia, etc.

Para assegurar a qualidade ambiental, devem-se prever, já na fase de concepção de um produto e no desenvolvimento do processo produtivo, soluções para os resíduos que serão gerados em todas as fases. Tratando de forma integrada o desenvolvimento do produto e do processo, bem como o gerenciamento da produção e dos resíduos resultantes.

O ciclo de estabelecimento de um sistema de gestão ambiental está representado pela Figura 7.2.

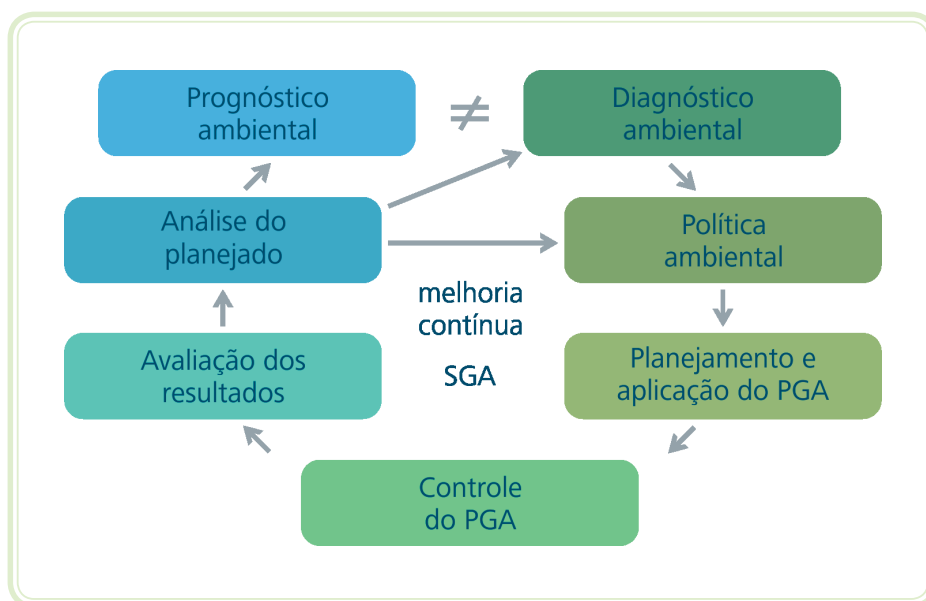


Figura 7.2: Estabelecimento de um sistema de gestão ambiental

Fonte: CTISM, adaptado de ABNT/NBR ISO 14001

O primeiro passo é a realização de um diagnóstico ambiental, ou seja, o posicionamento atual de uma empresa, em relação ao meio ambiente, deve ser iniciado e determinado através de uma avaliação ou diagnóstico ambiental inicial. Esta avaliação deve abranger:

A-Z

riscos ambientais

É uma situação de perigo, perda ou dano, ao homem e/ou as suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de fenômeno geológico, induzido ou não.



- Identificação dos requisitos legais e regulamentares.
- Identificação dos aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços, de modo a determinar aqueles que têm ou possam vir a ter impactos ambientais significativos.
- Avaliação de desempenho em relação a critérios internos, padrões externos (aquisição e contratação), regulamentos, códigos de práticas, princípios e diretrizes de gestão ambiental existentes.
- Informações sobre incidentes anteriores envolvendo não-conformidades.

Em seguida, a definição da Política Ambiental estabelece um senso geral de orientação e fixa os princípios de ação para uma empresa. Determina o objetivo fundamental no tocante ao nível global de responsabilidades e desempenho ambiental requerido da empresa, com referência aos quais todas as ações subsequentes serão julgadas.

Compete à alta administração a responsabilidade pelo estabelecimento da política ambiental da empresa, sendo o corpo gerencial responsável por implementar a política e prover elementos que permitam formulá-la e modificá-la.

É recomendado que uma empresa formule um plano para executar a sua Política Ambiental, que contenha a identificação dos principais aspectos ambientais e avaliação dos impactos a eles associados.

A empresa deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos de suas atividades, produtos e serviços que possam por ela ser controlados e sobre os quais se presume que ela tenha influência, a fim de determinar aqueles que tenham ou possam vir a ter impactos significativos sobre o meio ambiente.

É recomendado que os critérios e as prioridades internas sejam desenvolvidas e implementadas quando as normas externas não atenderem às necessidades da empresa ou não existirem. Os critérios internos de desempenho, juntamente com as normas externas, ajudam a empresa a definir seus objetivos e metas.

É recomendado que dentro do planejamento das atividades, uma empresa estabeleça um Programa de Gestão Ambiental que aborde todos os objetivos ambientais.

Para ser mais eficaz, recomenda-se integrar planejamento da gestão ambiental ao Plano Estratégico da empresa. Os Programas de Gestão Ambiental devem abranger cronogramas, recursos e responsabilidades que permitam alcançar os objetivos e metas ambientais da empresa.

Para uma efetiva implementação, é recomendado que uma empresa desenvolva a capacitação dos funcionários e os mecanismos de apoio à sua política, objetivos e metas ambientais.

A medição, monitoramento e avaliação constituem atividades essenciais de um Sistema de Gestão Ambiental, as quais asseguram que a empresa está funcionando de acordo com o Programa de Gestão Ambiental.

É recomendado que uma empresa, em intervalos adequados, analise criticamente e aperfeiçoe constantemente seu SGA, com objetivo de melhorar seu desempenho global.

Por fim, o conceito de melhoria contínua é parte integrante do SGA. Ela é atingida através da avaliação contínua do desempenho ambiental do SGA em relação à política, objetivos e metas ambientais, com propósito de identificar oportunidades para melhoria através de:

- Identificação de oportunidades para melhoria do SGA.
- Determinação das causas básicas de não-conformidades ou deficiências.
- Verificação da eficácia das ações corretivas e preventivas.



Resumo

Essa aula mostrou os avanços institucionais ocorridos no Brasil, que foram proporcionados a partir da Constituição Federal de 1988 e de legislações pertinentes a área do meio ambiente. Conceitua gestão ambiental e avança na descrição do estabelecimento de um sistema de gestão ambiental, fundamentado na ABNT/NBR ISO 14001, como condição primordial para que as organizações possam estabelecer o equilíbrio entre a atividade produtiva e econômica e o meio ambiente.



Atividades de aprendizagem

1. O que é gestão ambiental?
2. No que consiste a série ABNT/NBR ISO 14000?
3. Quais são as principais ferramentas que dão origem a ABNT/NBR ISO 14001?
4. Quais os passos para o estabelecimento de um SGA?

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

_____. **NBR ISO 10.004**: classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1987. 48 p.

_____. **NBR ISO 14.000**: sistema de gestão ambiental (termos e vocabulário para uso). Rio de Janeiro, 1996. 10 p.

_____. **NBR ISO 14.001**: sistema de gestão ambiental (especificações e diretrizes para uso). Rio de Janeiro, 1996. 14 p.

BRASIL, República Federativa do Brasil. **Lei Federal nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1981.

_____. **Constituição da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1988.

_____. **Lei Federal nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2001.

_____. **Lei Federal nº 9.433**, de 1 de agosto de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1997.

_____. **Lei Federal nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1998.

_____. **Lei Federal nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Institui Diretrizes Nacionais para Saneamento Básico e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2007.

_____. **Lei Federal nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 05**, de 05 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1993.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 313**, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2002.

_____. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN-NE). **Resolução. nº 6.05**, de 19 de dezembro de 1985. Dispõe sobre a Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1985.

BROWN, Lester R. Por uma sociedade viável. Rio de Janeiro: FGV, p. 37, 1983. In: SOUZA, Maria Tereza Saraiva de, Rumo à prática empresarial sustentável. **ERA**, São Paulo, v. 4, n. 33, jul/ago, p. 44, 1993.

CARLSON, R. Primavera Silenciosa. In: DOBSON, A (ed.). **Pensamento verde: uma antologia**. Madri: Editorial Trotta, 1999, p. 33-36.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum (Relatório Brundtland)**. Rio de Janeiro: FGV editora, 1988.

CLARKE, Robin; KING, Jannet. **O atlas da água**. São Paulo: Publifolha, 2005.

CZAPSKI, Silvia. **Mudanças ambientais globais (ar)**: caderno pensar + agir. Brasília: Ministério da Educação, SECAD: Ministério do Meio Ambiente, SAIC, 2008. 21 p.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Petrópolis: Vozes. São Paulo: EDUSP, 1973. 474 p.

FREY, Márcia Rosane; CAMARGO, Maria Emília. Análise dos indutores da evolução da consciência ambiental. **Revista Eletrônica Qualitas**, v. 02, n. 01. Universidade Federal da Paraíba, 2003. Disponível em: <revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/19/12>. Acesso em: 10 ago. 2009.

FURTADO, Celso. **Teoria e política do desenvolvimento econômico**. 10. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GIODA, A.; SALES, J.A. et al. Evaluation of air quality in Volta Redonda, the main metallurgical industrial city in Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 15, n. 6, p. 856-864, 2004.

GROPOSO, Claudia. **Phellinus Quélet (Hymenochaetales Basidiomycota) no Sul do Brasil: uma abordagem filogenética**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Perguntas e respostas sobre mudanças climáticas**. Belém – PA, 2002. 30 p.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Gestão ambiental: enfoque no desenvolvimento sustentável**. Itajaí - SC: Univali, 2004.

MACHADO, J. M. et al. Alternativas e processos de vigilância em saúde do trabalhador relacionados à exposição ao benzeno no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 913-921, 2003.

MAIMON, Dália. **Passaporte verde – gestão ambiental e competitividade**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1996.

MEADOWS, D. Los Limites del crecimiento. In: DOBSON, A. (ed.). **Pensamiento vierde:** una antologia. Madri: Editorial Trotta, 1999. p. 21-25.

MILANEZ, Bruno; PORTO, Marcelo F. de S. A ferro e fogo: impactos da siderurgia para o ambiente e a sociedade após a reestruturação dos anos 1990. IV Encontro Nacional da ANPPAS. **Anais...** Brasília. Junho de 2008. 20 p.

MIRANDA, C. R. et al. **Exposição ocupacional ao benzeno em trabalhadores do Complexo Petroquímico de Camaçari, Bahia.** 1999. Disponível em: <<http://www.higieneocupacional.com.br/download/textos-benzeno-3.doc>>. Acesso em: 10 jul. 2008.

PEREIRA, Wladimir. **Manual de introdução à economia.** São Paulo: Saraiva, 1981. p. 334-335.

PEREIRA, J. A. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental.** Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará. Pará, 2002.

PIMENTEL, César Pessoa. **Crise ambiental e modernidade:** da oposição entre natureza e sociedade à multiplicação dos híbridos. Dissertação (Mestrado em Estudos Interdisciplinares de Comunidades e Ecologia Social) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, UFRJ/IP/EICOS, 2003. 88 p.

RAMPAZZO, Sônia E. A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico. In: BECKER, Dinizar Fermiano (Org.). **Desenvolvimento Sustentável:** necessidade e/ou possibilidade?. 3. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2001. p. 157-188.

SERVIÇO DE APOIO PEDAGÓGICO ONLINE (SAPO)/GERÊNCIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E FORMAÇÃO DA CONSCIÊNCIA ECOLÓGICA (GEACE). **Poluição Ambiental.** Apresentação Power Point. Superintendência de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Salvador, 2006. Disponível em: <http://www.sapo.salvador.ba.gov.br/index.php?tema=poluicao_ambiental>. Acesso em: 15 maio 2010.

SOUZA, Maria Tereza Saraiva de. Rumo à prática empresarial sustentável. **ERA**, São Paulo, v. 4, n. 33, jul/ago, p. 40-52, 1993.

SOUZA, Renato S. de. **Entendendo a questão ambiental:** temas de economia, política e gestão do meio ambiente. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2000.

VALLE, Cyro Eyer do. **Como se preparar para as normas ISO 14000 – Qualidade Ambiental.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Pioneira, 2000.

Currículo do professor-autor



Mary Lucy Mendes Guimarães possui graduação e mestrado em Engenharia Civil pelo Instituto de Tecnologia/UFPa; e doutorado em Desenvolvimento Sócio-Ambiental pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da UFPa. Atualmente é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Gestão Pública Urbana e Construção Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão da qualidade, planejamento estratégico, infraestrutura urbana, habitação social, saneamento básico, desenvolvimento sustentável e políticas setoriais urbanas. Apresenta diversos trabalhos publicados na área do planejamento e da gestão de políticas urbanas, com enfoque para novas estratégias de gestão das cidades.