

# MANUAL DE SANEAMENTO

**FUNASA**



ORIENTAÇÕES TÉCNICAS



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde

Presidente da República  
**Luiz Inácio Lula da Silva**

Ministro da Saúde  
**Humberto Sérgio Costa Lima**

Presidente da Fundação Nacional de Saúde  
**Valdi Camarcio Bezerra**

Diretor-executivo  
**Lenildo Dias de Moraes**

Chefe de Gabinete  
**Cristina Santana**

Diretora do Departamento de Engenharia de Saúde Pública  
**Kátia Regina Ern**

Diretor do Departamento de Saúde Indígena  
**Ricardo Luíz Chagas**

Diretor do Departamento de Administração  
**Wilmar Alves Martins**

Diretor do Departamento de Planejamento e Desenvolvimento Institucional  
**Déo Costa Ramos**

Auditor-Chefe  
**Rômulo Lins de Araújo Filho**

Procurador-Chefe  
**Cláudio Renato do Canto Farág**

Assessor Parlamentar  
**Jorge Augusto Oliveira Vinhas**

Assessora de Comunicação e Educação em Saúde  
**Suelene Gusmão**

# **Manual de Saneamento**

**Brasília, 2004**

Copyright © 2004

Fundação Nacional de Saúde (**Funasa**)

Ministério da Saúde

1947 — Fundação Serviços de Saúde Pública — Manual de Guardas de Endemias

1964 — Fundação Serviços de Saúde Pública — Manual de Saneamento

1981 — Ministério da Saúde — Manual de Saneamento

1991 — 2ª. Edição - Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde

1994 — 2ª. Edição - reimpressão — Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde

1999 — 3ª. Edição - Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde

2004 — 3ª. Edição revisada - Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde

Editor

Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde

Núcleo de Editoração e Mídias de Rede/Ascom/Presi/**Funasa**/MS

Setor de Autarquias Sul, Quadra 4, Bl. N, 5º andar - sala 511

70.070-040 - Brasília/DF

Distribuição e Informação

Departamento de Engenharia de Saúde Pública (Densp)

Setor de Autarquias Sul, Quadra 4, Bl. N, 6º Andar

Telefone: 0XX61 314-6262 - 314-6380

70.070-040 - Brasília/DF

Tiragem

10.000 exemplares

Brasil. Fundação Nacional de Saúde.

Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

408 p.

ISBN: 85-7346-045-8

1. Saneamento. I. Título.

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

## Sumário

Prefácio	7
Introdução	9
Capítulo 1. Saneamento ambiental	13
1.1. Introdução	13
1.2. Conceitos	14
1.3. Os sistemas ambientais	15
1.4. Educação ambiental	29
1.5. Gestão ambiental	31
1.6. Referências bibliográficas	34
Capítulo 2. Abastecimento de água	35
2.1. Introdução	35
2.2. Generalidades	36
2.3. Doenças relacionadas com a água	36
2.4. A água na natureza	39
2.5. Quantidade de água para fins diversos	48
2.6. Medições de vazão	51
2.7. Solução para abastecimento de água	56
2.8. Mananciais para abastecimento de água	56
2.9. Formas de captação da água	58
2.10. Abastecimento público de água	80
2.11. Referências bibliográficas	150
Capítulo 3. Esgotamento sanitário	153
3.1. Considerações gerais	153
3.2. Esgotos domésticos	154
3.3. Conceito de contaminação	158
3.4. Sobrevivência das bactérias	158
3.5. Estabilização dos excretas	160
3.6. Doenças relacionadas com os esgotos	163
3.7. Capacidade de absorção do solo	166
3.8. Soluções individuais para tratamento e destinação final dos esgotos domésticos	170
3.9. Soluções coletivas para tratamento e destinação Final dos esgotos	184
3.10. Referências bibliográficas	226

<b>Capítulo 4. Resíduos sólidos</b>	227
4.1. Considerações gerais	227
4.2. Acondicionamento, coleta e transporte dos resíduos sólidos	
4.3. Limpeza pública	231
4.4. Redução, reutilização e reciclagem	243
4.5. Coleta seletiva	246
4.6. Compostagem	256
4.7. Incineração	263
4.8. Disposição final	266
4.9. Resíduos de serviços de saúde	266
4.10. Mobilização comunitária	270
4.11. Legislação e normas técnicas para os resíduos sólidos	280
4.12. Referências bibliográficas	281
<b>Capítulo 5. Drenagem</b>	285
5.1. Introdução	287
5.2. Importância sanitária	287
5.3. Conceito	287
5.4. Tipos de drenagem	288
5.5. Critérios e estudos para obras de drenagem	290
5.6. Ações desenvolvidas no combate à malária	291
5.7. Referências bibliográficas	291
<b>Capítulo 6. Biologia e controle de artrópodos</b>	293
6.1. Generalidades	295
6.2. Principais artrópodos de importância sanitária	295
6.3. Uso de inseticidas no controle de artrópodos	295
6.4. Controle biológico de artrópodos	315
6.5. Referências bibliográficas	318
<b>Capítulo 7. Controle de roedores</b>	318
7.1. Generalidades	319
7.2. Importância econômica e sanitária	319
7.3. Aspectos da biologia e comportamento dos roedores	319
7.4. Espécies de roedores de interesse sanitário	320
7.5. Sinais indicativos da presença de roedores	320
7.6. Controle de roedores	322
7.7. Referências bibliográficas	332

Capítulo 8. Alimentos	333
8.1. Introdução	333
8.2. Doenças transmitidas por alimentos (DTA)	334
8.3. Atuação do saneamento	340
8.4. Controle da qualidade dos alimentos	340
8.5. Controle dos manipuladores/pessoal da área de produção/ manipulação/venda	348
8.6. Controle das instalações e edificações em estabelecimentos da área de alimentos	350
8.7. Controle da armazenagem e transporte de alimentos	353
8.8. Medidas sanitárias para a proteção de matérias-primas e produ- tos alimentícios	354
8.9. Referências bibliográficas	356
Capítulo 9. Noções de topografia e numeração predial	359
9.1. Definição	359
9.2. Importância	359
9.3. Plano topográfico	359
9.4. Planta topográfica	360
9.5. Levantamento	360
9.6. Medida dos alinhamentos	361
9.7. Bússola	367
9.8. Método de levantamento	368
9.9. Nivelamento	372
9.10. Desenho de plantas	377
9.11. Numeração predial	378
9.12. Numeração métrica	379
9.13. Numeração dos quarteirões	385
9.14. Referências bibliográficas	386
Capítulo 10. Materiais de construção para saneamento	387
10.1. Materiais de construção	387
10.2. Peças do telhado	391
10.3. Composição	392
10.4. Fundações	399
10.5. Instalações elétricas	401
10.6. Instalações hidráulicas	402
10.7. Instalações de esgotos	404
10.8. Referências bibliográficas	404



## Prefácio

O Serviço Especial de Saúde Pública (Sesp), em 1947, publicou o “Manual para Guardas Sanitários” em documento mimeografado que, nos anos seguintes, foi reproduzido diversas vezes. Enriquecido pelas experiências e pela pesquisa de campo do Sesp, esse documento foi sendo aprimorado e, a partir de 1961, seus conteúdos começaram a ser revisados.

Em 1964, sob a iniciativa da Fundação Serviço Especial de Saúde Pública (Fsesp) e com base no “Manual para Guardas Sanitários”, foi editado o “Manual de Saneamento”. Sua elaboração contou com a valiosa colaboração do engenheiro sanitário Szachna Elias Cynamon, profissional que muito tem contribuído para a promoção das ações de saneamento no Brasil.

Depois de três décadas, em 1994, o “Manual de Saneamento” passou por algumas revisões, sendo reunido em um só volume e republicado pela Fundação Nacional de Saúde (**Funasa**), instituição criada por meio do Decreto nº 100, de 16 de abril de 1991.

Tendo em vista a proximidade da chegada do novo milênio, a Fundação Nacional de Saúde, por intermédio de sua área técnica, resolveu promover uma revisão detalhada do Manual, acrescentando inclusive novos capítulos e retirando outros, com o intuito de torná-lo mais atual.

Este novo Manual, além das questões técnicas abordadas anteriormente, procura dar também ao leitor uma visão mais conceitual dos problemas ligados ao meio ambiente, reportando-se, por exemplo, à Agenda 21, um dos principais documentos elaborados na Conferência das Nações Unidas pelo Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992.

Acredita-se que, desta forma, o Manual de Saneamento irá abranger um maior número de leitores, não somente da área de saneamento como também de diversas outras áreas que procuram adquirir conhecimentos e uma maior integração com o saneamento.



### Histórico

A importância do saneamento e sua associação à saúde humana remonta às mais antigas culturas. O saneamento desenvolveu-se de acordo com a evolução das diversas civilizações, ora retrocedendo com a queda das mesmas, ora renascendo com o aparecimento de outras.

Os poucos meios de comunicação do passado podem ser responsabilizados, em grande parte, pela descontinuidade da evolução dos processos de saneamento e retrocessos havidos.

Conquistas alcançadas em épocas remotas ficaram esquecidas durante séculos porque não chegaram a fazer parte do saber do povo em geral, uma vez que seu conhecimento era privilégio de poucos homens de maior cultura.

Por exemplo, foram encontradas ruínas de uma civilização na Índia que se desenvolveu a cerca de 4.000 anos, onde foram encontrados banheiros, esgotos na construção e drenagem nas ruas (Roseu 1994).

O velho testamento apresenta diversas abordagens vinculadas às práticas sanitárias do povo judeu como, por exemplo, o uso da água para limpeza: “roupas sujas podem levar a doenças como a escabiose”. Desta forma os poços para abastecimento eram mantidos tampados, limpos e longe de possíveis fontes de poluição (Kottek, 1995).

Existem relatos do ano 2000 a.C., de tradições médicas, na Índia, recomendando que “a água impura deve ser purificada pela fervura sobre um fogo, pelo aquecimento no sol, mergulhando um ferro em brasa dentro dela ou pode ainda ser purificada por filtração em areia ou cascalho, e então resfriada” (Usepa, 1990).

No desenvolvimento da civilização greco-romana, são inúmeras as referências às práticas sanitárias e higiênicas vigentes e à construção do conhecimento relativo a associação entre esses cuidados e o controle das doenças.

Das práticas sanitárias coletivas mais marcantes na antigüidade podemos citar a construção de aquedutos, banhos públicos, termas e esgotos romanos, tendo como símbolo histórico a conhecida Cloaca Máxima de Roma.

Entretanto, a falta de difusão dos conhecimentos de saneamento levou os povos a um retrocesso, originando o pouco uso da água durante a Idade Média, quando o *per capita* de certas cidades européias chegou a um litro por habitante/dia. Nessa época,

houve uma queda nas conquistas sanitárias e conseqüentemente sucessivas epidemias. Quadro característico desse período é o lançamento de dejeções na rua. Cumpre assinalar, todavia, nessa ocasião, a construção de aquedutos pelos mouros, o reparo do aqueduto de Sevilha em 1235, a construção de aqueduto de Londres com o emprego de alvenaria e chumbo e, em 1183, o abastecimento inicial de água em Paris.

Ainda nos dias de hoje, mesmo com os diversos meios de comunicação existentes, verifica-se a falta de divulgação desses conhecimentos. Em áreas rurais a população consome recursos para construir suas casas sem incluir as facilidades sanitárias indispensáveis, como poço protegido, fossa séptica, etc.

Assim sendo o processo saúde *versus* doença não deve ser entendido como uma questão puramente individual e sim como um problema coletivo.

## Saúde, saneamento e o meio ambiente

O conceito de Promoção de Saúde proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS), desde a Conferência de Ottawa, em 1986, é visto como o princípio orientador das ações de saúde em todo o mundo. Assim sendo, parte-se do pressuposto de que um dos mais importantes fatores determinantes da saúde são as condições ambientais.

O conceito de saúde entendido como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, não restringe o problema sanitário ao âmbito das doenças. Hoje, além das ações de prevenção e assistência, considera-se cada vez mais importante atuar sobre os fatores determinantes da saúde. É este o propósito da promoção da saúde, que constitui o elemento principal da propostas da Organização Mundial de Saúde e da Organização Pan-Americana de Saúde (Opas).

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte.

A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial estão intrinsecamente relacionados com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia que com mais de quatro bilhões de casos por ano, é a doença que aflige a humanidade. Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento.

Mais de um bilhão dos habitantes da Terra não têm acesso a habitação segura e a serviços básicos, embora todo ser humano tenha direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza.

No Brasil as doenças resultantes da falta ou inadequação de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico. Males como cólera, dengue, esquistossomose e leptospirose são exemplos disso.

Atualmente, cerca de 90% da população urbana brasileira é atendida com água potável e 60% com redes coletoras de esgotos. O déficit, ainda existente, está localizado,

basicamente, nos bolsões de pobreza, ou seja, nas favelas, nas periferias das cidades, na zona rural e no interior.

Investir em saneamento é a única forma de se reverter o quadro existente. Dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada R\$1,00 (hum real) investido no setor de saneamento, economiza-se R\$ 4,00 (quatro reais) na área de medicina curativa.

Entretanto, é preciso que se veja o outro lado da moeda pois o homem não pode ver a natureza como uma fonte inesgotável de recursos, que pode ser predada em ritmo ascendente para bancar necessidades de consumo que poderiam ser atendidas de maneira racional, evitando a devastação da fauna, da flora, da água e de fontes preciosas de matérias-primas.

Pode-se construir um mundo em que o homem aprenda a conviver com seu hábitat numa relação harmônica e equilibrada, que permita garantir alimentos a todos sem transformar as áreas agricultáveis em futuros desertos.

Para isso é necessário que se construa um novo modelo de desenvolvimento em que se harmonizem a melhoria da qualidade de vida das suas populações, a preservação do meio ambiente e a busca de soluções criativas para atender aos anseios de seus cidadãos de ter acesso a certos confortos da sociedade moderna.

A Conferência do Rio de Janeiro (1992) realizada pela ONU, com a participação da maioria dos países do mundo, teve como resultado mais significativo o documento, assinado por mais de 170 países, sobre a **Agenda 21** onde esses países se comprometem a adotar um conjunto de medidas visando a melhorar a qualidade de vida no planeta.

O objetivo final da **Agenda 21** seria um programa de ações, criado com a intensa participação da sociedade, próprio para um desenvolvimento sustentável que atenda às necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

O tempo nos pressiona cada vez mais para a conscientização de nossa responsabilidade diante do desenvolvimento das futuras gerações. A formação da **Agenda 21** local deve ser considerada como um processo contínuo de ação da sociedade, pois somente assim estaremos caminhando rumo a um desenvolvimento sustentável eficiente e duradouro.



### 1.1. Introdução

A Organização das Nações Unidas (ONU), formada por quase todos os países do mundo, realiza reuniões para discutir sobre temas importantes para a humanidade e um desses assuntos é o meio ambiente. Dois desses eventos foram de importância fundamental para o balizamento da questão ambiental no mundo: a Conferência de Estocolmo - 1972 e Conferência do Rio de Janeiro - 1992.

A Conferência de Estocolmo teve como objetivo conscientizar os países sobre a importância de se promover a limpeza do ar nos grandes centros urbanos, a limpeza dos rios nas bacias hidrográficas mais povoadas e o combate à poluição marinha. Na ocasião, a preservação dos recursos naturais foi formalmente aceita pelos países participantes e a Conferência, na Suécia, culminou com a Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente.

A partir daí a questão ambiental tornou-se uma preocupação global e passou a fazer parte das negociações internacionais. Foi criado, ainda em 1972, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) com sede em Nairóbi, Kenya.

Sobre a Conferência do Rio, em 1992, o objetivo principal foi discutir as conclusões e propostas do relatório “Nosso Futuro Comum”, produzido em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente (comissão criada pela ONU, no final de 1983, por iniciativa do Pnuma).

No relatório, importantíssimo na busca do equilíbrio entre desenvolvimento e preservação dos recursos naturais, destaca-se o conceito de desenvolvimento sustentável, definido como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades”.

Nessa Conferência foram produzidos documentos fundamentais entre eles a **Agenda 21** assinada pelos governantes dos países participantes, onde ratificam o compromisso de adotar um conjunto de atividades e procedimentos que, no presente, melhorarão a qualidade de vida no planeta, conforme definido no relatório “Nosso Futuro Comum”.

No capítulo XXVIII, a **Agenda 21** diz que, sem o compromisso e cooperação de cada municipalidade, não será possível alcançar os objetivos firmados no documento. Cada municipalidade é convocada a criar, com plena interferência e debate de seus cidadãos, uma estratégia local própria de desenvolvimento sustentável. Essa **Agenda 21 Local** é o processo contínuo pelo qual uma comunidade (bairro, cidade, região) deve

criar planos de ação destinados a adequar as suas necessidades à prática de viver dentro do conceito que se estabeleceu como sustentável.

O pacto entre o meio ambiente e o desenvolvimento, celebrado no Rio, foi uma conquista importante dos países mais pobres, que acrescentaram à questão de sustentabilidade ambiental os problemas, não menos presentes, da sustentabilidade econômica e social.

Neste sentido a **Agenda 21** deve ser entendida como instrumento transformador de planejamento estratégico e participativo, a serviço de todos os cidadãos, introduzindo em cada município novos padrões administrativos mais equilibrados, valorizando as oportunidades únicas de uma Natureza que nos oferece muito mais do que podemos utilizar.

Cuidar da natureza é um assunto que diz respeito a todos nós, e o melhor caminho é fazer o uso correto e equilibrado do patrimônio natural que possuímos, que está se perdendo pelo consumo excessivo de alguns e pelo desperdício de outros.

Logo, o saneamento ambiental deve focalizar a integração mundial para o desenvolvimento sustentável, garantindo a sobrevivência da biodiversidade e questões prioritárias como o bem-estar da população e a preservação ambiental.

Cidades sustentáveis, eis o desafio a seguir, integrando-as às suas florestas, às terras produtivas que exigem cuidados e às bacias hidrográficas que nos garantam a vida.

## 1.2. Conceitos

### 1.2.1. Saneamento ambiental

É o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

### 1.2.2. Meio ambiente

A Lei nº 6.938, de 31/8/1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação no Brasil, define: “Meio ambiente é o 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”.

### 1.2.3. Salubridade ambiental

É o estado de higidez em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias

veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem-estar.

## 1.3. Os sistemas ambientais

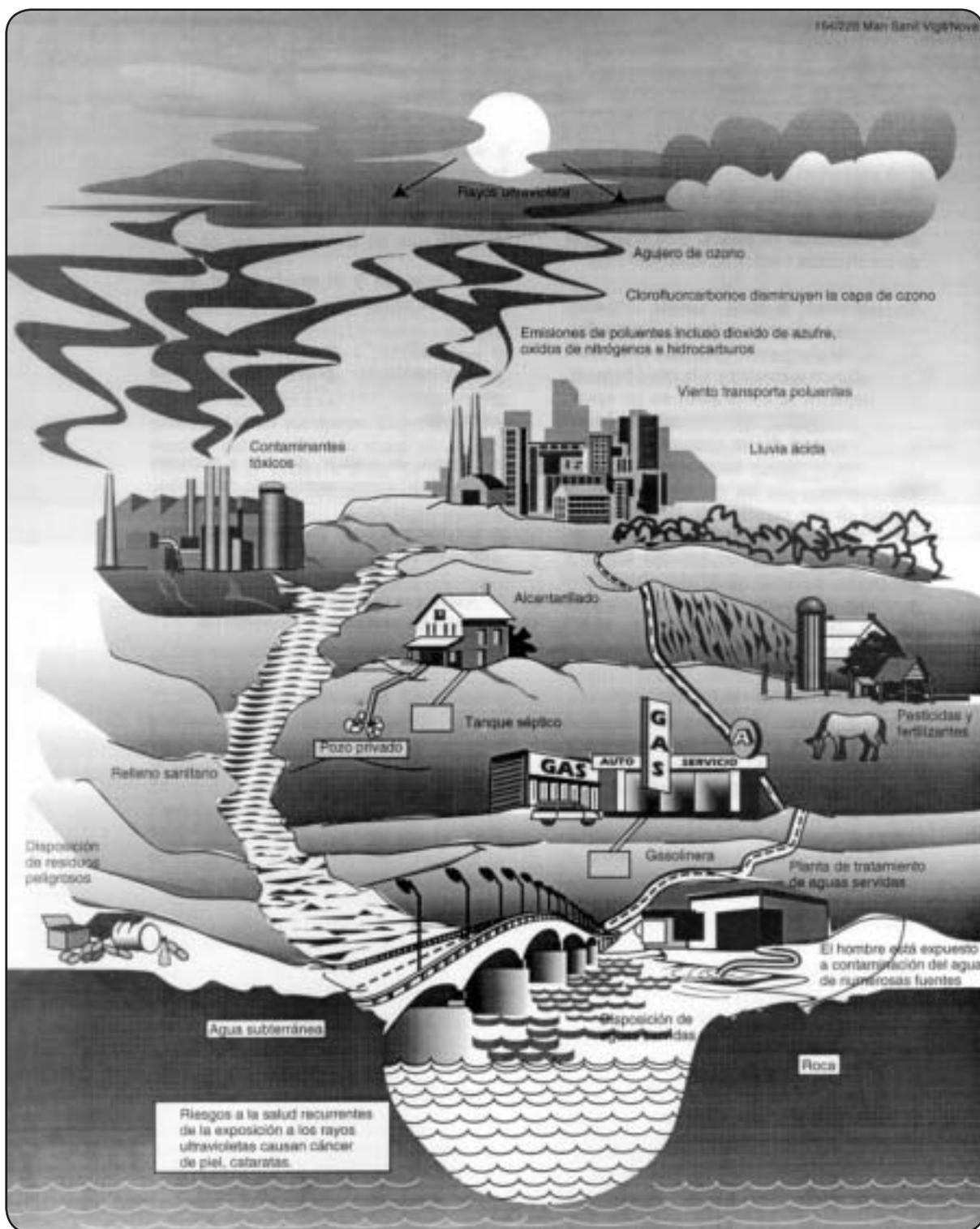
### 1.3.1. Considerações gerais

A poluição do meio ambiente é assunto de interesse público em todas as partes do mundo. Não apenas os países desenvolvidos vêm sendo afetados pelos problemas ambientais, como também os países em desenvolvimento. Isso decorre de um rápido crescimento econômico associado à exploração de recursos naturais. Questões como: aquecimento da temperatura da terra; perda da biodiversidade; destruição da camada de ozônio; contaminação ou exploração excessiva dos recursos dos oceanos; a escassez e poluição das águas; a superpopulação mundial; a baixa qualidade da moradia e ausência de saneamento básico; a degradação dos solos agricultáveis e a destinação dos resíduos (lixo), são de suma importância para a Humanidade.

Ao lado de todos esses problemas estão, ainda, os processos de produção utilizados para extrair matérias-primas e para transformá-las numa multiplicidade de produtos para fins de consumo em escala internacional. Embora se registrem progressos no setor das técnicas de controle da poluição, para diversos campos da indústria de extração e de transformação, é preciso reconhecer que não há métodos que propiciem um controle absoluto da poluição industrial.

As considerações econômicas exercem um grande papel quando se trata de definir a melhor tecnologia disponível, que até certo ponto é influenciada por fatores relativamente independentes das necessidades de controle da poluição. Existem indícios, por exemplo, de que muitas empresas de grande porte tendem a se transferir para áreas sem padrões rígidos de controle, instalando-se em países em desenvolvimento que, na busca de investimentos econômicos, aceitam a poluição como um mal necessário.

Figura 1 — Meio Ambiente



Fonte: Teixeira, 1996.

Os grandes problemas ambientais ultrapassam as fronteiras territoriais e devem ser tratados de forma global, pois afetam a vida de todos no Planeta. Daí se explica por que países mais desenvolvidos colocam barreiras à importação de produtos resultantes de processos prejudiciais ao meio ambiente.

A ONU vem fazendo um esforço no sentido de reverter o processo acelerado de degradação dos recursos naturais no mundo, que também tem como causas a explosão demográfica e as precárias condições de vida de grande parte da população.

Mais de um bilhão dos habitantes da Terra não têm acesso a habitação segura e serviços básicos de saneamento como: abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário e coleta de lixo. A falta de todos esses serviços, além de altos riscos para a saúde, são fatores que contribuem para a degradação do meio ambiente.

A situação exposta se verifica especialmente nos cinturões de miséria das grandes cidades, onde se aglomeram multidões em espaços mínimos de precária higiene. Estudos do Banco Mundial (1993) estimam que o ambiente doméstico inadequado é responsável por quase 30% da ocorrência de doenças nos países em desenvolvimento. O quadro a seguir ilustra a situação.

**Quadro 1— Estimativa do impacto da doença devido à precariedade do ambiente doméstico nos países em desenvolvimento — 1990**

<b>Principais doenças ligadas à precariedade do ambiente doméstico</b>	<b>Problema ambiental</b>
Tuberculose.	Superlotação.
Diarréia.	Falta de saneamento, de abastecimento d'água, de higiene.
Doenças tropicais.	Falta de saneamento, má disposição do lixo, foco de vetores de doenças nas redondezas.
Verminoses.	Falta de saneamento, de abastecimento d'água, de higiene.
Infecções respiratórias.	Poluição do ar em recinto fechado, superlotado.
Doenças respiratórias crônicas.	Poluição do ar em recinto fechado.
Câncer do aparelho respiratório.	Poluição do ar em recinto fechado.

Fonte: Banco Mundial, 1993.

Outro problema relacionado à poluição do mar causada pelos despejos de rejeitos tóxicos e materiais assemelhados e o escoamento de águas poluídas dos continentes, aumenta de forma progressiva no mundo inteiro. Tudo isso, aliado ao excesso de pesca, está levando ao declínio diversas zonas pesqueiras regionais.

A extinção de espécies vivas e de ecossistemas, conhecida como biodiversidade, também é um grave e irreversível problema global. Segundo estimativas conservadoras, existem entre cinco e dez milhões de espécies de organismos no mundo; mas há quem calcule até 30 milhões. Dessas, somente 1,7 milhão foram identificadas pelo homem.

De 74% a 86% das espécies vivem em florestas tropicais úmidas como a Amazônia. Acredita-se que entre 20% e 50% das espécies estarão extintas até o final do século em razão da destruição das florestas e dos santuários ecológicos situados nas ilhas.

Como podemos verificar a atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos, biológicos e socioeconômicos afetando os recursos naturais e a saúde humana. Esses impactos se fazem sentir nas águas, ar e solo e na própria atividade humana.

O controle das substâncias químicas perigosas, o manejo adequado dos recursos hídricos e dos resíduos sólidos, o controle de ruídos, das vibrações e das radiações são essenciais à proteção do meio ambiente natural e do ambiente modificado onde vive e trabalha o homem.

A seguir passaremos a tratar destes assuntos segundo sua subdivisão no ambiente (água, ar e solo), embora devamos admitir que esta é uma divisão puramente didática, pois, na Natureza, não existe a separação absoluta entre esses elementos. Eles formam um todo inseparável em que qualquer alteração de um reflete no outro. Além disso, problemas ambientais não se restringem a um espaço definido pois podem atingir grandes áreas do planeta, como o caso da contaminação nuclear, a contaminação dos oceanos e a destruição da camada de ozônio. Chamamos também a atenção para o fato de que a maior parte dos problemas ambientais acontecem na esfera local.

### 1.3.2. Água

#### a) considerações gerais

Todas as reações nos seres vivos necessitam de um veículo que as facilite e que sirva para regular a temperatura em virtude do grande desprendimento de calor resultante da oxidação da matéria orgânica.

A água que é fundamental à vida, satisfaz completamente a estas exigências e se encontra presente em proporções elevadas na constituição de todos os seres vivos, inclusive no homem, onde atinge cerca de 75% de seu peso. Sua influência foi primordial na formação das aglomerações humanas.

O homem sempre se preocupou com o problema da obtenção da qualidade da água e em quantidade suficiente ao seu consumo e desde muito cedo, embora sem grandes conhecimentos, soube distinguir uma água limpa, sem cor e odor, de outra que não possuísse estas propriedades atrativas.

## b) ciclo hidrológico

A água presente em nosso ambiente encontra-se em constante movimento. Os processos de transporte de massa tem lugar na atmosfera, em terra e nos oceanos. O conjunto desses processos é chamado de ciclo hidrológico e a energia necessária para seu funcionamento é de origem solar — mais precisamente, a diferença entre a radiação emitida pelo Sol e a refletida pela atmosfera terrestre. O insumo básico, em termos hídricos, constitui-se pela precipitação.

O homem sempre procurou entender os fenômenos do ciclo hidrológico e mensurar as suas fases, na medida em que se capacitava tecnologicamente. Entretanto, em que pese o atual conhecimento sobre o ciclo, há o caráter aleatório inerente ao mesmo, que nos obriga a trabalhar sempre com estatística.

## c) distribuição geográfica da água

A quantidade de água livre sobre a terra atinge 1.370 milhões  $\text{km}^3$ , correspondente a uma camada imaginária de 2.700m de espessura sobre toda a superfície terrestre (510 milhões de  $\text{km}^2$ ) ou a profundidade de 3.700m se considerarmos as superfícies dos mares e oceanos somados (274 milhões de  $\text{km}^2$ ).

À primeira vista, o abastecimento de água parece realmente inesgotável, mas se considerarmos que 97% (noventa e sete por cento) é água salgada, não utilizável para a agricultura, uso industrial ou consumo humano, a impressão já muda. Agrava-se ainda que, da quantidade de água doce existente 3% (três por cento), apenas 0,3% (zero vírgula três por cento), aproximadamente, é aproveitável pois a maior parte encontra-se presente na neve, gelo ou em lençóis subterrâneos situados abaixo de uma profundidade de 800m, tornando-se inviável ao consumo humano.

Em resumo, a água utilizável é um total de 98.400 $\text{km}^3$  sob a forma de rios e lagos e 4.050.800 $\text{km}^3$  sob a forma de águas subterrâneas, equivalentes a uma camada de 70,3cm, distribuída ao longo da face terrestre (136 milhões de  $\text{km}^2$ ).

## d) a utilização da água e as exigências de qualidade

A água pode ser considerada sob três aspectos distintos, em função de sua utilidade, conforme apresentado a seguir.

## Quadro 2 — Usos da água

Aspectos	Utilidades
Elemento ou componente físico da natureza.	<ul style="list-style-type: none"><li>- manutenção da umidade do ar, da relativa estabilidade do clima na Terra e da beleza de algumas paisagens;</li><li>- geração de energia;</li><li>- meio para navegação, pesca e lazer;</li><li>- transporte de resíduos, despejos líquidos e sedimentos.</li></ul>
Ambiente para a vida aquática.	<ul style="list-style-type: none"><li>- ambiente para a vida dos organismos aquáticos.</li></ul>
Fator indispensável à manutenção da vida terrestre.	<ul style="list-style-type: none"><li>- irrigação de solos, dessedentação de animais e abastecimento público e industrial.</li></ul>

Fonte: Barros et al., 1995.

Com o aumento das aglomerações humanas e com a respectiva elevação do consumo da água o homem passou a executar grandes obras destinadas à captação, transporte e armazenamento deste líquido e também a desenvolver técnicas de tratamento interferindo assim no ciclo hidrológico e gerando um ciclo artificial da água.

Algumas comunidades captam água subterrânea para abastecimento público, mas a maioria delas se aproveita de águas superficiais que após o tratamento é distribuída para as residências e indústrias. Os esgotos gerados são coletados e transportados para uma estação para tratamento anterior à sua disposição final. Os métodos convencionais promovem, apenas, uma recuperação parcial da qualidade da água original. A diluição em um corpo receptor e a purificação pela natureza promovem melhora adicional na qualidade da água. Entretanto, outra cidade a jusante da primeira, provavelmente, captará água para abastecimento municipal antes que ocorra a recuperação completa. Essa cidade, por sua vez, a trata e dispõe o esgoto gerado novamente por diluição.

Esse processo de captação e devolução por sucessivas cidades em uma bacia resulta numa reutilização indireta da água. Durante as estiagens, a manutenção da vazão mínima em muitos rios pequenos dependem, fundamentalmente, do retorno destas descargas de esgotos efetuadas a montante. Assim, o ciclo artificial da água integrado ao ciclo hidrológico natural é:

- captação de água superficial, tratamento e distribuição;
- coleta, tratamento e disposição em corpos receptores dos esgotos gerados;
- purificação natural do corpo receptor; e
- repetição deste esquema por cidades a jusante.

A descarga de esgotos tratados de modo convencional em lagos, reservatórios e estuários, os quais agem como lagos, acelera o processo de eutrofização. A deterioração da

qualidade da água, assim resultante, interfere no reuso indireto para abastecimento público e atividades recreativas.

Na reutilização da água surgem problemas gerados pelos sólidos dissolvidos que poderiam ser solucionados com métodos avançados, porém de custo muito elevado, de tratamento de despejos e de água do abastecimento. Tais águas conterão traços de compostos orgânicos, que poderão acarretar problemas de gosto e odor ou outros ainda piores à saúde, tornando-a imprópria para os usuários de jusante.

Os compostos químicos mais sofisticados (como, por exemplo, os organofosforados, policlorados e bifenóis, usados na indústria e agricultura) causam preocupações, uma vez que não podem ser detectados rapidamente nas baixíssimas concentrações em que geralmente ocorrem.

Como podemos notar o rápido crescimento da população e os acelerados avanços no processo de industrialização e urbanização das sociedades, tem repercussões sem precedentes sobre o ambiente humano.

Nas Américas segundo a Organização Pan-Americana de Saúde os principais problemas encontrados no setor de abastecimento de água são:

- instalações de abastecimento público ou abastecimento individual em mau estado, com deficiências nos projetos ou sem a adequada manutenção;
- deficiência nos sistemas de desinfecção de água destinada ao consumo humano com especial incidência em pequenos povoados;
- contaminação crescente das águas superficiais e subterrâneas por causa de deficiente infra-estrutura de sistema de esgotamento sanitário, ausência de sistema de depuração de águas residuárias, urbanas e industriais e inadequado tratamento dos resíduos sólidos com possível repercussão no abastecimento de água, em área para banhos e recreativas, na irrigação e outros usos da água que interfira na saúde da população.

Os riscos expostos anteriormente se traduzem em um meio degradado com águas poluídas e uma alta incidência de mortalidade por transmissão hídrica. Em vários países da América Latina e Caribe, as gastroenterites e as doenças diarréicas figuram entre as dez principais causas de mortalidade, sendo responsáveis por cerca de 200.000 mortes ao ano sem incluir as causadas pela febre tifóide e hepatite e outras similares.

Para abordar esses problemas a Opas (1998), por meio do Programa Marco de Atenção ao Meio Ambiente, propõe medidas de controle e vigilância a serem empreendidas por sistemas locais de saúde que permitam uma gestão correta da água cujos objetivos específicos são:

- estabelecer um controle das instalações e uma vigilância contínua da qualidade das águas de abastecimento, principalmente as não procedentes da rede;
- identificar o déficit e as prioridades no fornecimento dos serviços de água e de esgoto;

- estabelecer um controle periódico dos lançamentos nos corpos d'água e fossas;
  - estabelecer uma vigilância e controle das piscinas e áreas para banho e recreativas;
  - estabelecer um sistema de previsão de danos causados por catástrofes;
  - estabelecer um controle periódico da qualidade da água para irrigação de hortaliças;
  - estabelecer, quando necessário, um sistema de desinfecção de água nos domicílios.
- e) processos de poluição da água

As formas de poluição da água são várias, de origem natural ou como resultado das atividades humanas. Existem essencialmente três situações de poluição, cada uma delas característica do estágio de desenvolvimento social e industrial:

- primeiro estágio: **poluição patogênica**. Neste estágio, as exigências quanto à qualidade da água são relativamente pequenas, tornando-se comuns as enfermidades veiculadas pela água. O uso de estações de tratamento de água e sistemas de adução podem prevenir os problemas sanitários neste estágio;
- segundo estágio: **poluição total**. Este estágio define-se como aquele em que os corpos receptores tornam-se realmente afetados pela carga poluidora que recebem (expressa como sólidos em suspensão e consumo de oxigênio). Este estágio normalmente ocorre durante o desenvolvimento industrial e o crescimento das áreas urbanas. Os prejuízos causados ao corpo receptor e, em consequência, à população podem ser reduzidos com a implantação de sistemas eficientes de tratamento de água e de esgotos;
- terceiro estágio: **poluição química**. Este estágio é o da poluição insidiosa, causada pelo contínuo uso da água. O consumo de água aumenta em função do aumento da população e da produção industrial. Cada dia é maior a quantidade de água retirada dos rios e maior e mais diversa a poluição neles descarregada.

### Quadro 3 — Principais processos poluidores da água

Processos	Definição
Contaminação	Introdução na água de substâncias nocivas à saúde e a espécies da vida aquática (exemplo: patogênicos e metais pesados).
Assoreamento	Acúmulo de substâncias minerais (areia, argila) ou orgânicas (lodo) em um corpo d'água, o que provoca a redução de sua profundidade e de seu volume útil.
Eutrofização	Fertilização excessiva da água por recebimento de nutrientes (nitrogênio, fósforo), causando o crescimento descontrolado (excessivo) de algas e plantas aquáticas.
Acidificação	Abaixamento de pH, como decorrência da chuva ácida (chuva com elevada concentração de íons H <sup>+</sup> , pela presença de substâncias químicas como dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, amônia e dióxido de carbono), que contribui para a degradação da vegetação e da vida aquática.

Fonte: Barros et al., 1995.

#### f) controle da poluição da água

No planejamento das atividades, visando a estratégias de controle da poluição da água, é fundamental que se considere a bacia hidrográfica como um todo a fim de se obter uma maior eficiência na realização dessas atividades. Entre as principais técnicas encontradas podemos citar: implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários e indústrias; controle de focos de erosão e recuperação de rios objetivando o retorno ao seu equilíbrio dinâmico, pela restauração de suas condições naturais.

Quanto à recuperação dos rios existem dois tipos de técnicas: não estruturais que não requerem alterações físicas no curso d'água e incluem as políticas administrativas e legais e os procedimentos que limitam ou regulamentam alguma atividade; e técnicas estruturais que requerem algum tipo de alteração física no corpo d'água e incluem reformas nas estruturas já existentes acelerando os processos naturais de sua recuperação.

Com relação a agentes poluidores de origem industrial o problema mais importante parece estar centralizado nos seguintes aspectos:

- providenciar um controle ambiental seguro, sem prejuízos dos investimentos econômicos;
- obtenção de informação técnica referente aos melhores meios de que se dispõe para controlar a poluição;
- obtenção e emprego de técnicas de combate à poluição ambiental e de pessoal especializado na aplicação das mesmas;
- selecionar e adaptar as soluções de controle importadas ao conjunto de técnicas desenvolvidas no país.

Para o Brasil encarar os problemas da poluição ambiental já existentes e os do futuro, resultantes da atividade industrial, é necessário um senso de perspectiva de tal modo que as medidas de controle possam fazer parte do contexto de uma economia planejada e de um desenvolvimento social.

Aceitar tecnologia definida por outros países pode trazer sérios entraves aos investimentos nacionais e estrangeiros em vários setores industriais. É preciso estar sempre desenvolvendo uma tecnologia nacional de controle da poluição industrial fundamentada na pesquisa e desenvolvendo métodos adequados a nossa realidade, aliados à seleção e adaptação da tecnologia importada, paralelamente à formação e capacitação de pessoal técnico especializado.

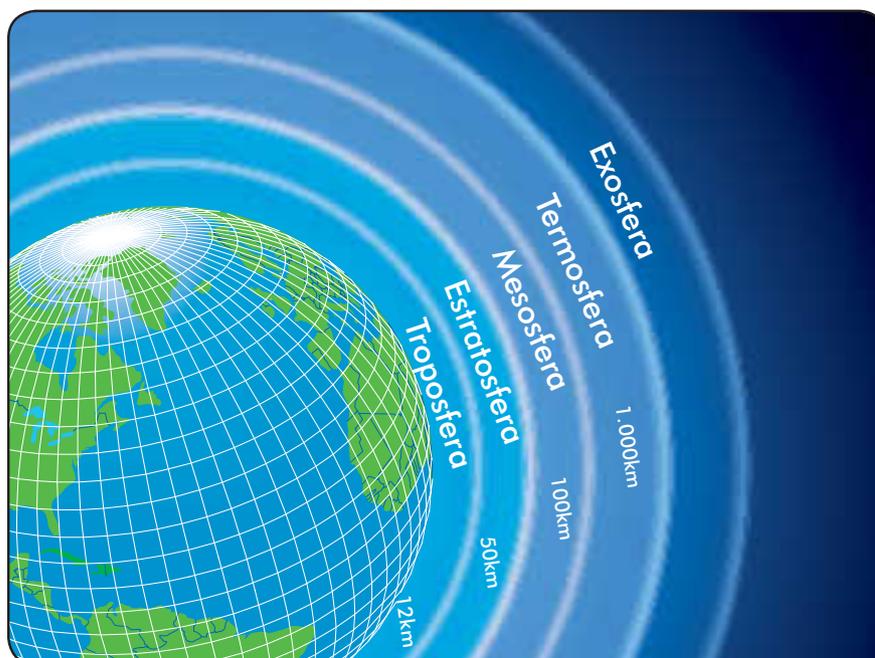
### 1.3.3. Ar

#### a) considerações gerais

Uma das necessidades vitais para o ser humano é o ar. Ele atua quer envolvendo o homem quer agindo como elemento de ligação, por assim dizer, de homem para homem e de homem para animal.

O ar leva em suspensão substâncias animadas ou não. Entre as substâncias inanimadas existem as poeiras, os fumos e os vapores; muitas são naturais e outras resultam das atividades humanas. Algumas são inócuas; outras, pela composição química ou pela ação física, podem tornar o ar prejudicial ao homem. Identicamente, entre as substâncias animadas que o ar leva em suspensão, existem certas bactérias e vírus denominados patogênicos, que podem provocar doença quando introduzidas no organismo do homem, pelo ato respiratório.

**Figura 2 — Camadas da atmosfera**



A atmosfera é o invólucro gasoso da Terra que se dispõe em camadas que se diferenciam pela temperatura e por sua constituição.

O ar atmosférico é de vital importância para a sobrevivência da maioria dos organismos da Terra, sendo constituído por uma mistura de gases: oxigênio (20,95%), nitrogênio (78,08%), dióxido de carbono (0,03%) e ainda ozônio, hidrogênio e gases nobres como o neônio, o hélio e o criptônio. Contém ainda vapor d'água e partículas de matérias derivadas de fontes naturais e de atividades humanas.

Tal constituição tem se mantido estável por milhões de anos. Todavia, como resultado de suas atividades, o homem tem causado alterações significativas nestas proporções, cujos efeitos nocivos são gravíssimos.

#### b) processos de poluição do ar

A poluição do ar é definida como sendo a alteração da qualidade do ar, resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- afetem desfavoravelmente a qualidade do ar;
- lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos por lei.

As causas da poluição atmosférica podem ser classificadas como:

- de origem natural (vulcões, queimadas, etc.);
- resultante das atividades humanas (indústrias, transporte, calefação, destruição da vegetação, etc.);
- em conseqüência dos fenômenos de combustão.

Um dos problemas graves decorrentes da poluição atmosférica refere-se ao aumento da temperatura média da Terra, que é causada pelo lançamento de gases na atmosfera, principalmente o dióxido de carbono, o metano, os óxidos de nitrogênio e os hidrocarbonetos halogenados. Este aumento de temperatura é conhecido como “**efeito estufa**”.

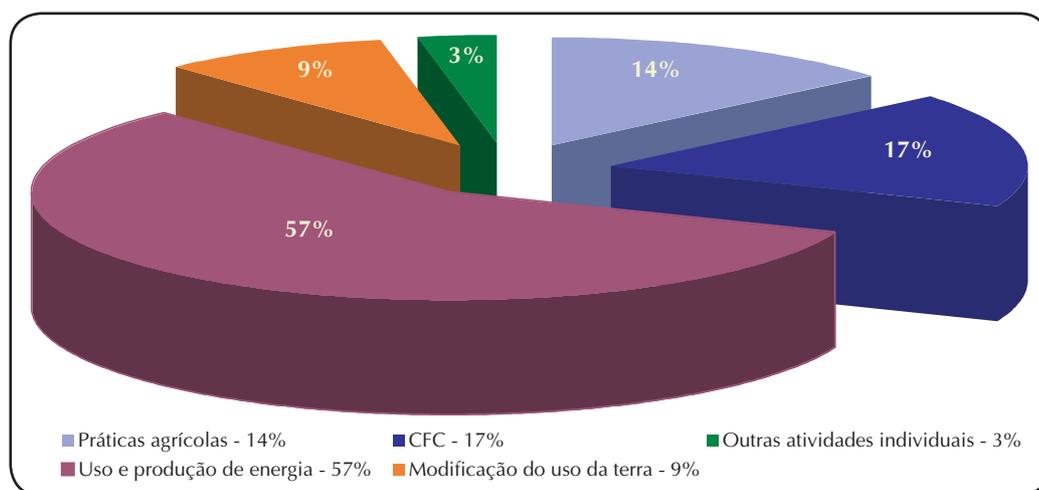
Também a destruição da camada de ozônio tem sido uma preocupação constante de ambientalistas em todo mundo. Alguns gases chamados CFC (cloro-fluor-carbonos) e outros gases muito ativos reagem quimicamente destruindo as moléculas de ozônio que se acumulam no espaço (na chamada estratosfera). A camada de ozônio, que funciona como escudo protetor absorvendo grande parte dos raios ultravioletas do sol, quando rompida deixa passar uma parte desses raios elevando a ocorrência de cânceres de pele e das cataratas oculares, além de outros prejuízos menos conhecidos para o sistema de defesa imunológico da saúde humana. Há também um efeito danoso sobre as algas e animais marinhos microscópicos que fornecem alimentação para a população pesqueira, além de um impacto negativo sobre alguns dos principais cultivos agrícolas.

A concentração dos diversos gases na atmosfera (principalmente o CO<sub>2</sub> — dióxido de carbono), decorre das seguintes atividades humanas:

- combustão de petróleo, gás, carvão mineral e vegetal;
- emissão de gases pelas indústrias;
- queimadas para o desmatamento dos campos e florestas;
- fermentação de produtos agrícolas;
- uso de fertilizantes na agricultura.

Na figura 3 encontram-se resumidas atividades que contribuem para o aquecimento global:

**Figura 3 — Gráfico demonstrativo do aquecimento global**



Fonte: Sebrae, 1996.

### c) controle da poluição do ar

O controle da poluição do ar visa a, por um lado, evitar que as substâncias nocivas, animadas ou não, consigam alcançar o ar (prevenção). Falhando a primeira barreira, procura-se evitar que as substâncias nocivas atinjam o homem e lhe provoquem danos (proteção). Excepcionalmente, e apenas no microambiente, consegue-se remover substâncias nocivas (tratamento). Por outro lado, visa a esse controle não somente assegurar à população um conjunto de conhecimentos que lhe permita proteger-se contra elementos nocivos existentes, como também a proteger o ar, pelos dispositivos tais como: ciclones, exaustores e filtros de ar.

No estudo dos problemas da poluição do ar são consideradas quatro etapas: a produção, a emissão, o transporte e a recepção de poluentes. Em cada etapa, para a redução dos riscos de poluição, são aplicadas, entre outras, as técnicas mostradas a seguir:

**Quadro 4 — Técnicas de controle da poluição do ar**

<b>Técnicas</b>	<b>Aspectos a serem considerados</b>
Planejamento territorial e zoneamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- estabelecer critérios para implantação de atividades industriais em áreas determinadas;</li> <li>- limitar o número de fontes em função dos padrões de emissão e qualidade do ar;</li> <li>- implantar áreas de proteção sanitária (cinturão verde).</li> </ul>
Eliminação e minimização de poluentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- usar matérias-primas e combustíveis de baixo potencial poluidor;</li> <li>- alterar processos visando menor emissão de poluentes;</li> <li>- adequar a manutenção e operação de equipamentos e dos processos;</li> <li>- definir disposições adequadas (<i>lay out</i>) e manter os edifícios industriais.</li> </ul>
Concentração dos poluentes na fonte, para tratamento antes do lançamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- usar sistemas de exaustão local como meio para juntar os poluentes que, após tratados, serão lançados na atmosfera.</li> </ul>
Diluição e mascaramento dos poluentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- usar chaminés elevadas e empregar substâncias que possibilitem reduzir a emissão de poluentes indesejáveis.</li> </ul>
Instalação de equipamentos de controle de poluentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- instalar equipamentos que visem à remoção dos poluentes antes que os mesmos sejam lançados na atmosfera.</li> </ul>

Fonte: Barros et al., 1995.

#### 1.3.4. Solo

##### a) considerações gerais

O solo é a formação natural que se desenvolve na porção superficial da crosta da Terra, resultado da interação dos processos físicos, químicos e biológicos sobre as rochas, e que tem como característica importante o fato de permitir o desenvolvimento da vegetação. A quantidade do solo tem relação direta com algumas características locais naturais (vegetação, relevo, permeabilidade, zona saturada) e com o tipo de uso que lhe é dado.

O lançamento inadequado de resíduos industriais sejam sólidos ou líquidos no meio ambiente, a ocorrência de chuva ácida, associada ao manejo inadequado do solo para agricultura levando à desertificação, são exemplos de agressões que o solo experimenta.

## b) principais processos poluidores do solo

A poluição do solo é a alteração prejudicial de suas características naturais, com eventuais mudanças na estrutura física, resultado de fenômenos naturais: terremotos, vendavais e inundações ou de atividades humanas: disposição de resíduos sólidos e líquidos, urbanização e ocupação do solo, atividades agropecuárias e extrativas e acidentes no transporte de cargas.

A contaminação do solo pode ser de origem orgânica ou inorgânica: materiais contaminados ou em decomposição presentes no lixo; substâncias químicas perigosas; pesticidas empregados na produção agropecuária. Alguns mais cedo ou mais tarde chegam ao corpo humano, não somente por respiração da poeira, como principalmente pela água que se contamina pelo solo e pelos alimentos produzidos.

O principal dano decorrente da utilização do solo é a erosão, que ocorre na natureza causada pela ação das águas e do vento, com conseqüente remoção das partículas do solo, tendo como efeitos:

- alterações no relevo;
- riscos às obras civis;
- remoção da camada superficial e fértil do solo;
- assoreamento dos rios;
- inundações e alterações dos cursos d'água.

Também a ação do homem pode causar processos erosivos ainda mais perigosos por atividades tais como: desmatamento, agricultura, mineração e terraplanagem.

A disposição indiscriminada de resíduos no solo é outro uso que tem se mostrado inadequado em função da geração de líquidos e gases percolados e da presença de metais nos resíduos aplicados no solo, provocando sua contaminação.

A imposição de certas limitações e restrições no uso e ocupação do solo pode constituir-se num importante elemento no controle da erosão. Deve-se identificar as áreas de risco, a partir da análise das características geológicas e topográficas locais e estabelecer restrições de ocupação.

A lei de uso e ocupação do solo, que regulamenta a utilização do solo, é de competência exclusiva do município e nela devem ser fixadas as exigências fundamentais de ordenação do solo para evitar a degradação do meio ambiente e os possíveis conflitos no exercício das atividades urbanas.

O desenvolvimento da agricultura tem contribuído para a poluição do solo e das águas. Fertilizantes sintéticos e os agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), usados em quantidades abusivas nas lavouras, poluem o solo e as águas dos rios, onde intoxicam e matam diversos seres vivos dos ecossistemas. A contaminação de um lençol freático por agrotóxicos coloca em risco a vida da população que se beneficia dessa água subterrânea.

### c) controle da poluição do solo

O controle da poluição do solo se dá pelas técnicas preventivas e corretivas, que visam à minimização dos riscos ambientais, e cuja aplicação dependerá das circunstâncias locais. As técnicas de controle mais utilizadas estão listadas abaixo:

- seleção dos locais e das técnicas mais apropriadas para o desenvolvimento das atividades humanas, considerando o uso e tipo de solo na região, o relevo, a vegetação, a possibilidade de ocorrência de inundações e as características do subsolo;
- execução de sistemas de prevenção da contaminação das águas subterrâneas;
- implantação de sistemas de prevenção e erosão, tais como alteração de declividade, operação em curvas de nível, execução de dispositivos de drenagem e manutenção da cobertura vegetal;
- minimização de resíduos industriais, pela redução da geração na fonte, segregação, reciclagem e alteração dos processos produtivos;
- minimização de sistemas de disposição final de resíduos urbanos, pela coleta seletiva, reciclagem e tratamento;
- execução de sistemas de disposição final de resíduos, considerando critérios de proteção do solo.

## 1.4. Educação ambiental

A Conferência de Estocolmo —1972, levou a Unesco e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) a criarem, no ano de 1975 em Belgrado, o Programa Internacional de Educação Ambiental (Piea). Em cumprimento à Recomendação 96 dessa Conferência realizou-se, em 1977, em Tbilisi - Georgia/CEI (antiga URSS), a primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental. Nessa Conferência consolidou-se o PIEA, tendo sido definidas as finalidades, objetivos, princípios orientadores e estratégias para o desenvolvimento da Educação Ambiental.

Na Conferência do Rio de Janeiro -1992 destacamos o documento **Agenda 21**, que consagra no capítulo 36 a promoção da educação, da consciência política e do treinamento e apresenta um plano de ação para o desenvolvimento sustentável.

O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, de caráter não oficial, celebrado por diversas Organizações da Sociedade Civil, por ocasião da Conferência do Rio, reconhece a educação como um processo dinâmico em permanente construção. Deve, portanto, propiciar a reflexão, o debate e a autotransformação das pessoas. Reconhece, ainda, que a: **“Educação Ambiental para uma sustentabilidade equitativa é um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida”**.

A Carta Brasileira para a educação ambiental — formalizada por ocasião da Conferência — entre as suas recomendações destaca a necessidade de um compromisso real dos poderes públicos federal, estaduais e municipais no cumprimento e complementação da legislação e das políticas para educação ambiental.

A Lei que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) consagra a educação ambiental em todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. Na verdade, a Constituição Federal é explícita ao definir a promoção da Educação Ambiental como responsabilidade do Poder Público.

Diz a Constituição Federal em seu Art. 225:

*“Todos têm direito ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado...”*

*§1º Para assegurar a efetividade desse direito incumbe ao Poder Público:*

*...VI — Promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”.*

As constituições estaduais também consagram em seus textos, a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.

Entretanto, a responsabilidade do Poder Público não exclui a participação da comunidade em todo processo.

A seguir algumas questões foram formuladas para esclarecer de forma didática o que foi descrito até o momento.

a) O que é educação ambiental?

É o processo de aprendizado, a comunicação de questões relacionadas à interação do homem com seu ambiente natural. É o instrumento de formação de uma consciência pelo conhecimento e reflexão sobre a realidade ambiental.

b) O que buscamos?

Desenvolver a consciência ambiental para o desenvolvimento de atitudes e condutas que favoreçam o exercício da cidadania, à preservação do ambiente e a promoção da saúde e do bem-estar.

c) Por que é importante?

O componente Educação Ambiental é fundamental nos projetos de saneamento, pois permite à população o conhecimento dos benefícios trazidos por este, além de conscientizá-la sobre a importância da mudança de comportamento, visando à preservação do meio ambiente e qualidade de vida.

d) Como conseguir?

Deverão ser implementados programas de ações com ampla participação pública, pela veiculação de campanhas educativas e de mobilização comunitária, capacitação

de agentes multiplicadores, promoção e articulação entre os setores públicos, privados e comunitários.

e) O que fazer?

Utilizar o método de ação participativa que capacita as pessoas e os grupos a analisar criticamente uma situação, a identificar e priorizar problemas, a indicar e a se organizarem para promover as soluções.

Portanto, a educação ambiental que tem por objetivo informar e sensibilizar as pessoas sobre os problemas e possíveis soluções, existentes em sua comunidade, buscando transformá-las em indivíduos que participem das decisões sobre seus futuros, torna-se instrumento indispensável no processo de desenvolvimento sustentável, exercendo, desse modo, o direito à cidadania.

## 1.5. Gestão ambiental

### 1.5.1. Regulamentação do estudo de impacto ambiental

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) deliberou, com fundamento na Lei nº 6.938/1981 (Art. 8º, I e II), tornar obrigatório o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para certas atividades (Resolução nº 1/1986). A resolução prevê, também, o conteúdo e o procedimento de elaboração desse instrumento da política ambiental brasileira. Por intermédio do Decreto nº 88.351/1983 o Conama ficou com a função de fixar os critérios básicos para a exigência do EIA.

O Estudo de Impacto Ambiental é um procedimento administrativo de prevenção e de monitoramento dos danos ambientais e foi introduzido no Brasil pela Lei nº 6.803/80 (lei de zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição), que apresenta duas grandes orientações: deve oferecer alternativas e deve apontar as razões de confiabilidade da solução a ser adotada.

A introdução desse Estudo e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima) em projetos que modifiquem o meio ambiente significou uma considerável conquista para o sistema ambiental, atualizando a legislação e tirando o país do atraso em que se encontrava no setor.

A Resolução nº 1/1986, no seu artigo 1º, define impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- a biota;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- a qualidade dos recursos ambientais.

Ao editar a Resolução nº 1/1986, o Conama não esgotou toda a matéria nem desceu a minúcias pois os estados e municípios continuam com competência para exigir que, em atividades não previstas pela mencionada resolução, seja feito o EIA. Cabe à União ditar “normas gerais” que os estados e municípios não podem descumprir, como, também, não podem inovar de modo que a novidade traga disfarçada desobediência à regra geral do Conama.

Abrange as seguintes atividades no Estudo de Impacto Ambiental:

- estradas de rodagem (com duas ou mais faixas de rolamento), portos, terminais de produtos químicos, aeroportos, oleodutos, gasodutos e minerodutos;
- troncos coletores de esgotos sanitários e emissários de esgotos sanitários (de importância para a não poluição das praias);
- obras hidráulicas para a exploração de recursos hídricos, com a previsão de várias hipóteses: obras hidráulicas para fins hidráulicos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, retificação de cursos d’água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques (obras como Tucuruí, Itaipu e Balbina teriam seus efeitos ambientais analisados *a priori* e o debate, portanto, teria ocorrido antes da localização e construção);
- extração de combustível fóssil (petróleo, xisto e carvão), extração de minérios;
- localização de aterros sanitários, processamento de destino final de resíduos tóxicos ou perigosos (estão incluídos os depósitos de resíduos nucleares);
- instalação de destilarias de álcool (atente-se para sua necessidade nos estados de Mato Grosso do Sul para não ser lesada a biota do Pantanal), instalação de siderúrgicas;
- instalação de distritos industriais e zonas industriais;
- exploração de madeira ou de lenha em áreas acima de 100ha ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental (vital para a conservação da Amazônia);
- projetos urbanísticos acima de 100ha ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da Sema e dos órgãos estaduais e municipais;
- atividades que se utilizarem de carvão em quantidade superior a dez toneladas por dia;
- projetos agropecuários que venham a abranger áreas acima de 1.000ha, ou menores, quando tiverem relação com áreas de importância do ponto de vista ambiental (aditamento à Resolução nº 1/1986, votado em 18/3/1986).

O Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório não pode ser elaborado por uma só pessoa e sim por uma equipe e de forma alguma qualquer integrante dessa equipe pode estar ligada ao proponente do projeto. A proibição visa resguardar de forma mais ampla e irrestrita a liberdade da equipe. Entretanto, a resolução não foi clara quanto à definição de quem irá contratá-la, se a administração ou o próprio proponente do projeto. Alguns acham que sendo contratada pelo proponente, a administração teria maior liberdade para analisar o conteúdo do Estudo enquanto outros acham que a contratação pelo proponente, como iria envolver pagamento de honorários e despesas, tiraria parte da liberdade da equipe.

O estudo não se destina somente a alicerçar a decisão administrativa mas também, como prevê a resolução, ser acessível ao público, tanto na parte final, como na etapa de elaboração. A Lei nº 6.938/1981 já houvera previsto o direito da população ser informada quanto ao **licenciamento ambiental**, antes deste ser concedido pela administração.

Para que o procedimento de elaboração do EIA possa ser válido é preciso que estejam presentes quatro partes:

- equipe multidisciplinar;
- proponentes do projeto;
- administração ambiental;
- população da área de influência do projeto.

### 1.5.2. Lei de crimes ambientais

Em março de 1998 foi criada a Lei nº 9.605/1998 — Lei de Crimes Ambientais — que prevê punição civil, administrativa e criminal contra os crimes ambientais. As penas criminais mais duras estão em vigor, prevendo até seis anos de prisão para os agressores. As multas mais pesadas são aplicadas para punir o desmatamento em zona de preservação permanente. Mas também há multa onerosa para o derramamento de óleo, poluição com resíduos perigosos, utilização irregular de agrotóxico e produção, exportação e importação de produtos que causam problemas à camada de ozônio.

Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem permissão ou licença da autoridade competente resultará em detenção de seis meses a um ano, e multa.

Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação, em áreas urbanas ou qualquer tipo de assentamento humano acarreta multa e/ou detenção de um a três anos.

Uma das inovações da lei, se constatada a degradação ou poluição ambiental, é a aplicação de penas alternativas, com a firma assumindo o compromisso de reparar o dano para se livrar do processo penal e das multas administrativas.

Segundo também a nova legislação, os penalizados com multas e autos de infração podem recorrer à presidência do Ibama e até ao ministro do Meio Ambiente. Mas se a multa for mantida, ela é inscrita na dívida ativa da União, executada judicialmente e o infrator, dependendo do crime, pode ter sua prisão determinada pelo juiz.

A lei é rigorosa com as pessoas jurídicas acusadas de crime ambiental, prevendo, além da multa, suspensão parcial ou total das atividades, interdição temporária do estabelecimento, obra ou atividade, e a proibição de fazer empréstimos e contratos com o poder público. Por outro lado, o texto suprimiu da legislação anterior o trecho que previa a figura do crime inafiançável para o abate de animais silvestres: um veto presidencial definiu que não será punido quem matar para saciar a fome.

## 1.6. Referências bibliográficas

- BARROS, R.T.V. et al. *Saneamento*. Belo Horizonte : Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).
- BIO — Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, v. 9, n. 6/7, 1998.
- BRAILE, P.M. CAVALCANTI, J.E.W. *Manual de tratamento de águas residuárias industriais*. São Paulo : Cetesb, 1979. p. 764.
- BRASIL. Lei n. 6.803, de 02.07.80. *Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição*. Online. Disponível na Internet <http://www.senado.gov.br/legbras/>
- \_\_\_\_\_. Lei 9.605, de 13.02.98. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente*. Online. Disponível na Internet <http://www.senado.gov.br/legbras/>
- \_\_\_\_\_. Lei 6.938, de 31.08.81. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação*. Online. Disponível na Internet <http://www.senado.gov.br/legbras/>
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. *Programa Nacional de Educação Ambiental — Pronea*. Brasília, 1997.
- BRASIL. Conama. Resolução 01. *Dispõe sobre o Estudo de Impacto Ambiental (EIA)*. Online. Disponível na Internet <http://www.lei.adv.br/conama01.htm>
- CONSTITUIÇÃO da República Federativa do Brasil, 1988.
- GOMES, S.L. *Engenharia ambiental e saúde coletiva*. Salvador : EDUFBA, 1995. p. 113.
- HAMMER, M.J. *Sistemas de abastecimento de água e esgotos*. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1979. p. 563.
- HELLER, L. *Saneamento e saúde*. Brasília : OPAS, 1997.
- MAGLIO, I.C. Acertos e desacertos do RIMA. *AMBIENTE*, v. 2, n. 2, 1988.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. *Programa marco de atenção ao Meio Ambiente*. Brasília, 1998. p. 260.
- REVISTA CREA. Rio de Janeiro : CREA, n. 22, fev. 1998.
- \_\_\_\_\_. Rio de Janeiro : CREA, n. 19, set. 1998.
- SEBRAE. *A questão ambiental : Meio Ambiente e a pequena empresa*. Brasília, 1996.
- TEIXEIRA, P. F. P.. *Manual sobre vigilância ambiental - vol. 4*. 12. ed. Washington : OPS, 1996