

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO AMBIENTAL A DISTÂNCIA**



## **ÁGUA E SOLOS**

**1º semestre**



**PROGRAD**



**FNDE**

**Ministério  
da Educação**



## Presidente da República Federativa do Brasil

**Luiz Inácio Lula da Silva**

## Ministério da Educação

**Fernando Haddad**

Ministro do Estado da Educação

**Ronaldo Mota**

Secretário de Educação Superior

**Carlos Eduardo Bielschowsky**

Secretário da Educação a Distância

## Universidade Federal de Santa Maria

**Clóvis Silva Lima**

Reitor

**Felipe Martins Muller**

Vice-Reitor

**João Manoel Espina Rossés**

Chefe de Gabinete do Reitor

**André Luís Kieling Ries**

Pró-Reitor de Administração

**José Francisco Silva Dias**

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis

**João Rodolfo Amaral Flores**

Pró-Reitor de Extensão

**Jorge Luiz da Cunha**

Pró-Reitor de Graduação

**Charles Jacques Prade**

Pró-Reitor de Planejamento

**Helio Leães Hey**

Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

**João Pillar Pacheco de Campos**

Pró-Reitor de Recursos Humanos

**Fernando Bordin da Rocha**

Diretor do CPD

## Coordenação de Educação a Distância

**Cleuza Maria Maximino Carvalho Alonso**

Coordenadora de EaD

**Roseclea Duarte Medina**

Vice-Coodenadora de EaD

**Roberto Cassol**

Coordenador de Pólos

**José Orion Martins Ribeiro**

Gestão Financeira

## Centro de Ciências Rurais

**Dalvan José Reinert**

Diretor do Centro de Ciências Rurais

**Jorge Orlando Cuéllar Noguera**

Coordenador do Curso de Pós-Graduação  
em Educação Ambiental a Distância

## Elaboração do Conteúdo

**Toshio Nishijima**

Professor pesquisador/conteudista

Equipe Multidisciplinar de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas à Educação - ETIC

**Carlos Gustavo Matins Hoelzel**

Coordenador da Equipe Multidisciplinar

**Cleuza Maria Maximino Carvalho Alonso**

**Rosiclei Aparecida Cavichioli Laudermann**

**Silvia Helena Lovato do Nascimento**

**Ceres Helena Ziegler Bevilaqua**

**André Krusser Dalmazzo**

**Edgardo Gustavo Fernández**

**Marcos Vinícius Bittencourt de Souza**

Desenvolvimento da Plataforma

**Ligia Motta Reis**

Gestão Administrativa

**Flávia Cirolini Weber**

Gestão do Design

**Evandro Bertol**

Designer

ETIC - Bolsistas e Colaboradores

Orientação Pedagógica

**Elias Bortolotto**

**Fabrcio Viero de Araujo**

**Gilse A. Morgental Falkembach**

**Leila Maria Araújo Santos**

Revisão de Português

**Maísa Augusta Borin**

**Silvia Helena Lovato do Nascimento**

Fotografias

**João Fernando Zamberlan**

**Toshio Nishijima**

Ilustração e Diagramação

**Camila Rizzatti Marqui**

**Evandro Bertol**

**Flávia Cirolini Weber**

**Helena Ruiz de Souza**

**Lucia Cristina Mazetti Palmeiro**

**Ricardo Antunes Machado**

Suporte Técnico

**Adílson Heck**

**Cleber Righi**

## Sumário

<b>APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA.....</b>	<b>6</b>
IDENTIFICAÇÃO .....	6
OBJETIVOS GERAIS .....	6
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO .....	6
DIRETRIZES GERAIS PARA A CONDUÇÃO DA DISCIPLINA.....	6
CARGA HORÁRIA.....	7
METODOLOGIA.....	7
RECURSOS NECESSÁRIOS.....	7
PLANO DE ENSINO.....	7
CALENDÁRIO .....	8
AUXÍLIO PEDAGÓGICO .....	8
AUXÍLIO TÉCNICO .....	8
AUXÍLIO NA UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE MOODLE .....	8
ATIVIDADES À DISTÂNCIA.....	8
ATIVIDADES INDIVIDUAIS .....	9
BIBLIOGRAFIA .....	9
AVALIAÇÕES.....	9
DEDICAÇÃO .....	9
FLUXOGRAMA DAS UNIDADES DA DISCIPLINA .....	10
<b>UNIDADE A - ASPECTOS AMBIENTAIS DA ÁGUA E DO SOLO .....</b>	<b>11</b>
Introdução.....	11
Objetivos.....	11
1 ASPECTOS AMBIENTAIS DA ÁGUA E DO SOLO .....	12
1.1 Recursos naturais .....	12
1.2 Reciclagem na natureza .....	14
1.3 Reflexão.....	15
<b>UNIDADE B - CONCEITO, COMPOSIÇÃO, FORMAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....</b>	<b>16</b>
Introdução.....	16
Objetivos.....	16
2 CONCEITO, COMPOSIÇÃO, FORMAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	17
2.1 Conceito de solo.....	17
2.2 Composição do solo.....	18
2.3 Formação dos solos.....	19
2.4 Perfil e características morfológicas .....	20
2.5 Classificação dos solos .....	23
2.6 Classificação dos solos e o ambiente .....	23
<b>UNIDADE C - CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS E SUAS RELAÇÕES AMBIENTAIS.....</b>	<b>26</b>
Introdução.....	26
Objetivos.....	26
3 CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS E SUAS RELAÇÕES AMBIENTAIS.....	27
3.1 Principais características do solo.....	27
3.2 Deposição de resíduos nos solos.....	29
3.3 Erosão do solo.....	30
<b>UNIDADE D - POLUIÇÃO DO SOLO RURAL E URBANO .....</b>	<b>34</b>
Introdução.....	34
Objetivos.....	34
4 POLUIÇÃO DO SOLO RURAL E URBANO.....	35
4.1 Poluição do solo rural .....	35
4.2 Poluição do solo urbano.....	36
4.3 Resíduos Perigosos.....	38
4.4 Classificação dos resíduos perigosos.....	39

<b>UNIDADE E - ÁGUA NA NATUREZA: CONCEITO, PROPRIEDADES, DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>41</b>
Introdução .....	41
Objetivo .....	41
<b>5 ÁGUA NA NATUREZA: CONCEITO, PROPRIEDADES, DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>42</b>
5.1 Conceito de água .....	42
5.2 Propriedades da água .....	44
5.3 Distribuição e ocorrência da água .....	45
5.4 Tipos de água .....	46
5.5 Curiosidades sobre a água .....	46
<b>UNIDADE F - CICLO HIDROLÓGICO E BACIA HIDROGRÁFICA .....</b>	<b>47</b>
Introdução .....	47
Objetivos .....	47
<b>6 CICLO HIDROLÓGICO E BACIA HIDROGRÁFICA .....</b>	<b>48</b>
6.1 Ciclo hidrológico .....	48
6.2 Descrição geral do ciclo hidrológico .....	50
6.3 Movimento da água no globo terrestre .....	52
6.4 Bacia Hidrográfica .....	53
6.5 Processos hidrológicos na bacia hidrográfica .....	54
<b>UNIDADE G - USOS DA ÁGUA: ASPECTOS QUANTITATIVOS E ASPECTOS QUALITATIVOS .....</b>	<b>56</b>
Introdução .....	56
Objetivos .....	56
<b>7 USOS DA ÁGUA: ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS .....</b>	<b>57</b>
7.1 Usos da água .....	57
7.2 Usos quantitativos da água .....	58
7.3 Usos qualitativos da água .....	58
<b>UNIDADE H - ABASTECIMENTO DE ÁGUA, REÚSO DA ÁGUA E TRATAMENTO DE ESGOTOS</b>	<b>60</b>
Introdução .....	60
Objetivos .....	60
<b>8 ABASTECIMENTO DE ÁGUA, REÚSO DA ÁGUA E TRATAMENTO DE ESGOTOS .....</b>	<b>61</b>
8.1 O abastecimento e tratamento dos recursos hídricos .....	61
8.2 Abastecimento de água .....	62
8.3 Reúso da água .....	64
8.4 Tratamento de esgotos .....	64
<b>UNIDADE I - RELAÇÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS EM ÁGUA E SOLO .....</b>	<b>67</b>
Introdução .....	67
Objetivos .....	67
<b>9 RELAÇÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS EM ÁGUA E SOLO .....</b>	<b>68</b>
9.1 Uso da água e do solo e o desenvolvimento econômico .....	68
9.2 Desenvolvimento sustentável .....	70
9.3 Premissas básicas do uso sustentável da água e do solo .....	71
9.4 Cidadania e as relações com a água e solo .....	73
9.5 Inter-relação ser humano-natureza .....	74
<b>UNIDADE J - ESTRATÉGIAS DE ENSINO E DIVULGAÇÃO DAS RELAÇÕES SOLO-ÁGUA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>76</b>
Introdução .....	76
Objetivos .....	76
<b>10 ESTRATÉGIAS DE ENSINO E DIVULGAÇÃO DAS RELAÇÕES SOLO-ÁGUA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>77</b>
10.1 Algumas abordagens para definir estratégias .....	77
10.2 Alguns aspectos da legislação .....	78
10.3 Ações do cidadão nas questões de água e solo .....	80
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA .....</b>	<b>81</b>

## APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA

### IDENTIFICAÇÃO

**CURSO:** Especialização em Educação Ambiental

**DISCIPLINA:** Água e solos

**CARGA HORÁRIA:** 30 horas/aula

**SEMESTRE LETIVO:** Segundo semestre/2008

**PROFESSOR:** Toshio Nishijima

**TUTORES:** Carlos Augusto Moro Júnior e João Fernando Zamberlan

### OBJETIVOS GERAIS

- Possibilitar o entendimento dos aspectos físicos e químicos do solo e da água e as suas relações como recurso para a sociedade no contexto do entendimento da natureza complexa do ambiente;

- Discutir o uso do solo e água, as suas funções sociais e as implicações resultantes para adquirir conhecimentos, valores, comportamentos e habilidades para a prevenção e solução dos problemas ambientais;

- Analisar a utilização da água e do solo de forma racional, na perspectiva da sustentabilidade ambiental, no planejamento e manejo dos processos que envolvem as atividades econômicas;

- Discutir estratégias de ensino e divulgação de informações e conceitos sobre água e solo possibilitando a aquisição de conhecimentos e incentivo ao interesse e atitudes necessários para a proteção e melhoria da qualidade ambiental.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

A disciplina apresenta os fundamentos físicos e químicos da água e do solo. São desenvolvidas as relações do uso da água e do solo nas atividades econômicas e sociais da sociedade humana. Discute os conceitos e informações através de análise de tópicos atuais envolvendo água, solo e ambiente no contexto da educação ambiental. São discutidas estratégias de ensino e divulgação das informações e conhecimento sobre solo e água.

### DIRETRIZES GERAIS PARA A CONDUÇÃO DA DISCIPLINA

As aulas serão ministradas por meio de apresentações em forma de texto previamente expostas no ambiente Moodle. A partir da leitura desses materiais, o aluno realizará as atividades propostas explicitamente nas Aulas. Para a realização das atividades o aluno conta com os professores e os tutores à distância. O aluno será avaliado à cada atividade realizada, além da prova presencial. Dessa maneira, espera-se construir o conhecimento vinculado às diferentes realidades e expectativas individuais.

## **CARGA HORÁRIA**

A disciplina possui 30 horas aula distribuídas na modalidade síncrona e assíncrona.

## **METODOLOGIA**

As aulas serão ministradas em forma de texto, previamente expostas no ambiente Moodle. A partir da leitura desses materiais, o aluno realizará as atividades propostas a cada unidade. Para a realização das atividades o aluno conta com a disposição do professor e dos tutores à distância. Dessa maneira, espera-se construir o conhecimento vinculado às diferentes realidades e expectativas individuais.

## **RECURSOS NECESSÁRIOS**

- Acesso à Internet
- Ambiente Moodle
- Disponibilidade de Tempo

## **PLANO DE ENSINO**

- A agenda será disponibilizada aula por aula
- AULA 1: no dia 24/11/2008 (segunda-feira);
  - AULA 2: no dia 26/11/2008 (quarta-feira);
  - AULA 3: no dia 28/11/2008 (sexta-feira);
  - AULA 4: no dia 01/12/2008 (segunda-feira);
  - AULA 5: no dia 03/12/2008 (quarta-feira);
  - AULA 6: no dia 05/12/2008 (sexta-feira).

## CALENDÁRIO

Distribuição das aulas e as respectivas unidades da disciplina:

SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM
24/11	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	30/11
<b>AULA 1</b>		<b>AULA 2</b>		<b>AULA 3</b>		
<b>Unidade A</b> <b>Unidade B</b>		<b>Unidade C</b>		<b>Unidade D</b>		
1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12
<b>AULA 4</b>		<b>AULA 5</b>		<b>AULA 6</b>		
<b>Unidade E</b> <b>Unidade F</b>		<b>Unidade G</b> <b>Unidade H</b>		<b>Unidade I</b> <b>Unidade J</b>		

## AUXÍLIO PEDAGÓGICO

Em caso de alguma dúvida, dificuldade ou para enviar comentários sobre alguns dos temas abordados na disciplina, entrar em contato com o professor e os tutores pelo ambiente Moodle.

## AUXÍLIO TÉCNICO

Para alguma dúvida, dificuldade técnica ou operacional entrar em contato com o suporte técnico via endereço: <http://www.ufsm.br/ead>.

## AUXÍLIO NA UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE MOODLE

Estarão disponíveis os roteiros de utilização dos recursos oferecidos pelo ambiente, além da ajuda on-line via tutorial no endereço: <http://www.ufsm.br/ead>.

## ATIVIDADES À DISTÂNCIA

Serão realizados os encontros síncronos do dia 24/11/2008 até o dia 07/12/2008, das 20h e 30min às 21h e 30min. Esses encontros servirão para esclarecer as dificuldades encontradas no conteúdo teórico e/ou nas atividades.

Os encontros assíncronos, para tirar dúvidas relacionadas com o conteúdo teórico e/ou com o desenvolvimento das atividades, serão por meio do fórum no ambiente Moodle.

## **ATIVIDADES INDIVIDUAIS**

Incluem as atividades de fixação, relacionadas aos conteúdos da disciplina e disponibilizadas no ambiente.

## **BIBLIOGRAFIA**

O material está disponibilizado no ambiente Moodle e também na biblioteca de cada pólo. A bibliografia básica está divulgada na agenda da disciplina no ambiente Moodle.

## **AVALIAÇÕES**

A avaliação da disciplina ocorrerá:

- através da participação no fórum sobre o tema proposto ao final de cada AULA --- Tarefa 1, Tarefa 2, Tarefa 3, Tarefa 4, Tarefa 5 e Tarefa 6 (Soma das notas destas tarefas com Peso 3);
- a realização da atividade final a ser proposta na AULA 6 --- Tarefa Final (Peso 3);
- uma prova presencial que será realizada nos pólos, com data e conteúdos a serem definidos --- Avaliação Presencial (Peso 4).

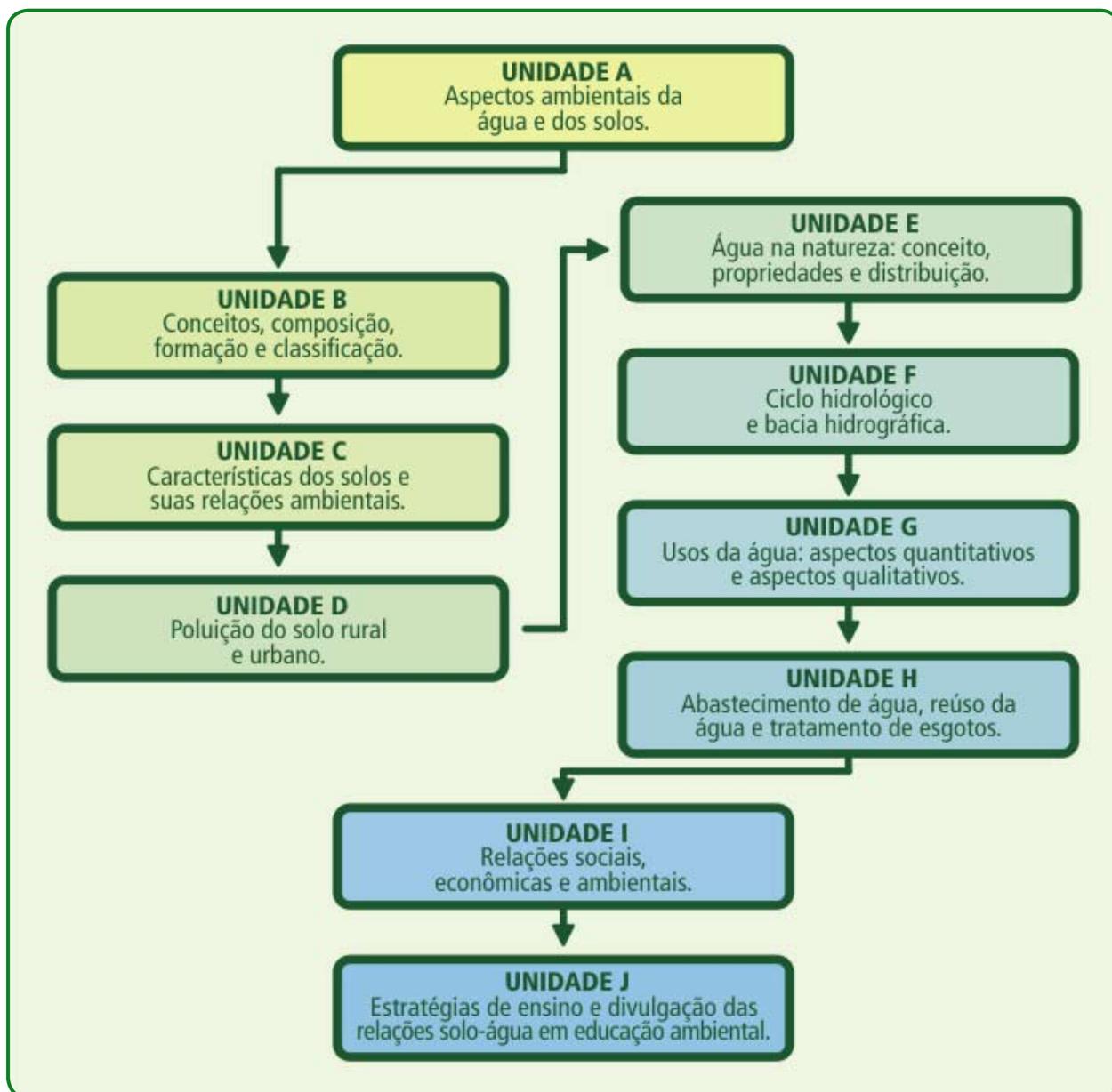
## **DEDICAÇÃO**

Para o melhor aproveitamento da disciplina é importante que o aluno possua acesso regular à Internet e tenha conhecimentos de uso de correio eletrônico.

Contamos com sua dedicação aos estudos e às leituras indicadas, na participação das discussões, nas atividades propostas, na interação com o tutor e colegas para que seja construída de forma cooperativa uma prática pedagógica cada vez mais rica e pautada na qualidade do ensino e da aprendizagem.

**Desejamos que todos tenham um ótimo aproveitamento!  
Bons estudos!**

FLUXOGRAMA DAS UNIDADES DA DISCIPLINA



## UNIDADE A

### ASPECTOS AMBIENTAIS DA ÁGUA E DO SOLO

#### Introdução

A inter-relação das características e propriedades da água e do solo condiciona o ambiente. As intervenções humanas neste meio causam conseqüências, em muitas situações, negativas. O entendimento dos aspectos ambientais da água e do solo busca, no contexto da Educação Ambiental, a percepção da natureza complexa do meio ambiente e a interdependência entre os vários elementos que definem o ambiente. A compreensão da complexidade da natureza busca vislumbrar o uso racional dos recursos do meio como meta para a manutenção da qualidade de vida da sociedade humana.

#### Objetivos

- Desenvolver a percepção da água e do solo como elementos participantes de um meio complexo;
- Facilitar a visão integrada do ambiente relacionando os aspectos ambientais da água e do solo.

## 1 ASPECTOS AMBIENTAIS DA ÁGUA E DO SOLO

“Natureza! Encontramo-nos cercados e acolhidos por ela; incapazes de nos separarmos dela... Ela não tem linguagem nem discurso; mas cria línguas e corações, por meio dos quais sente e fala... Ela é todas as coisas”.

Goethe

### 1.1 Recursos naturais

Podemos considerar que recurso natural é qualquer insumo de que os organismos, as populações e os ecossistemas necessitam para sua manutenção. Nas relações estabelecidas pela nossa sociedade, existe um envolvimento entre recursos naturais e a tecnologia, uma vez que, os processos tecnológicos geram a necessidade para a utilização de um recurso. Podemos estabelecer também a relação entre os recursos naturais e a economia, pois, há necessidade de viabilidade econômica da exploração de um recurso natural. Desta forma, podemos avaliar a importância da exploração, processamento e utilização do recurso natural de forma a não causar danos ao meio ambiente.

No início do desenvolvimento da sociedade, as comunidades viviam do extrativismo. Caçavam, pescavam e colhiam para sua subsistência, sem grandes prejuízos para o meio ambiente. O conceito de que os recursos naturais eram inesgotáveis, levou a humanidade, principalmente após a revolução industrial, a uma aceleração das ações antrópicas junto ao meio ambiente, resultando na exploração intensiva dos recursos naturais como solo e água. Este fato foi o marco da grande pressão de consumo que estes recursos sofreram e sofrem até hoje.

O solo e a água são recursos essenciais, indispensáveis à vida e às atividades econômicas, sendo que o problema reside na ideia de inesgotabilidade dos recursos naturais e da priorização dos fatores econômicos sobre a vida.

Tanto o solo quanto a água são bens que podem tornar-se indisponíveis, seja pela sua quantidade ou por sua qualidade. Esta indisponibilidade é gerada pelo uso de técnicas inadequadas e pela ocupação desmedida e sem critérios (Figura 1.1). Tanto o solo quanto a água são recursos naturais integradores de nossos usos, ou seja, qualquer ação que fizermos no entorno ou mesmo no próprio recurso, este sofrerá um reflexo ou alteração em seu estado original, que dependendo da intensidade poderá ou não afetar sua resiliência.



**Figura 1.1** – Lavoura de arroz próximo à margem de um curso d'água.

Um ecossistema equilibrado garante a sustentabilidade do ambiente, mas para isso temos de saber ocupar nosso meio físico, utilizando os recursos solo e água, pois são indispensáveis as nossas necessidades, porém devemos utilizá-los de forma racional. O desenvolvimento econômico deve estar aliado às políticas e técnicas preservacionistas onde os manejos do solo e da água respeitem suas características originais ou até mesmo melhorá-las, minimizando sua degradação.

A utilização dos recursos naturais pela nossa sociedade faz surgir a poluição. A poluição é uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies. O conceito de poluição é associado às alterações indesejáveis provocadas pelas atividades e intervenções humanas no ambiente.

Os poluentes são resíduos gerados pelas atividades humanas com potencial para causar impacto ambiental. Dessa forma, a poluição está ligada à concentração de resíduos presentes no ar, na água ou no solo. Para avaliar a poluição, definem-se padrões e indicadores de qualidade do ar (concentrações de CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, Pb, etc.), da água (concentração de O<sub>2</sub>, fenóis e Hg, pH, temperatura, etc.) e do solo (taxa de erosão, etc.).

Os efeitos da poluição podem ter caráter localizado, regional ou global. Os mais perceptíveis são os efeitos locais ou regionais que, em geral, ocorrem em áreas de grande densidade populacional, intensa atividade agrícola ou industrial. Nessas áreas, surgem problemas de

poluição do ar, água e solo.

## 1.2 Reciclagem na natureza

As atividades dos seres vivos geram resíduos que são reincorporados ao meio. Este processo de reciclagem ocorre na natureza através dos ciclos biogeoquímicos. O desequilíbrio entre consumo e reciclagem gera danos ao meio ambiente. Pode-se citar como exemplo, a eutrofização dos lagos, contaminação dos solos por pesticidas e fertilizantes agrícolas, entre outros.

A poluição ambiental, envolvendo a água e solo, é originada do desequilíbrio, uma vez que os resíduos são gerados em ritmo muito maior que a capacidade de regeneração do meio. O modo de vida da sociedade humana produz resíduos em quantidades excessivamente maiores que a capacidade de absorção da natureza. Um agravante desta situação, é a sua incapacidade de absorção e reciclagem de materiais sintéticos (Figura 1.2).



**Figura 1.2** – Saco plástico preso às margens de um curso d'água.

Uma das características do ecossistema é a procura pelo estado de equilíbrio dinâmico ou homeostase através de mecanismos de auto-controle e auto-regulação quando ocorre uma mudança no ambiente. Portanto, ocorrendo uma alteração no ecossistema, entra em ação os mecanismos homeostáticos. As alterações artificiais praticadas pela humanidade não são combatidas por esses mecanismos, resultando em impacto ambiental.

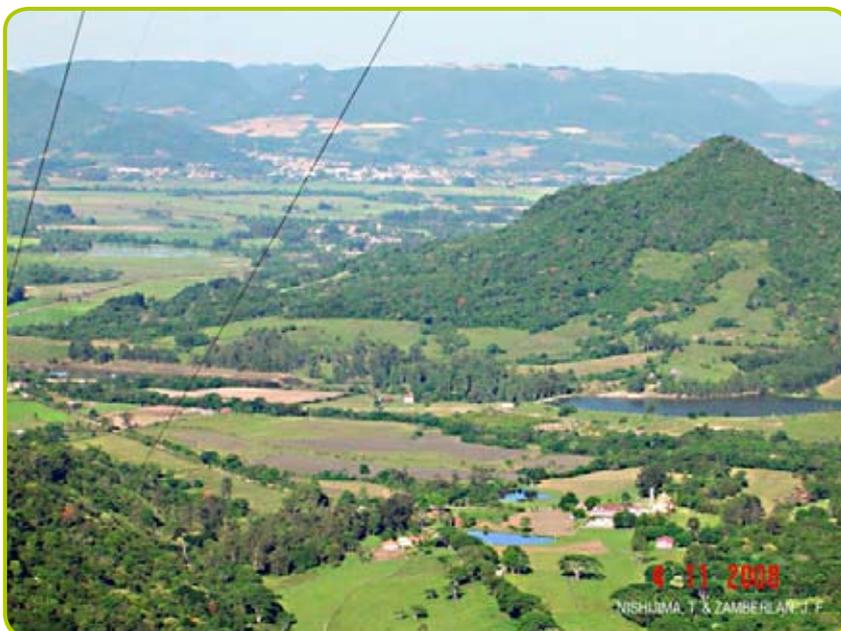
### 1.3 Reflexão

A água, o solo e as suas relações no ambiente devem ser avaliadas no contexto da educação ambiental. Desta forma, contribuindo para que o indivíduo possa refletir sobre a sobrevivência da espécie e a perceber a incapacidade em entender e controlar a totalidade dos processos e das transformações ambientais decorrentes de suas atividades. Perceber que a inteligência e a tecnologia não são suficientes para resolver os problemas originados pela exploração predatória dos recursos naturais. Perceber os limites para o que se convencionou chamar de desenvolvimento e para a utilização de matéria-prima e de energia na busca de conforto e qualidade de vida (Figura 1.3).

O nosso modelo de desenvolvimento necessita de mudança, velhas receitas não são mais aceitas e nem mesmo se adequam a situação que atualmente vive o meio ambiente. Procurar entender e conhecer os processos que regem e trazem equilíbrio ao meio ambiente é parte do processo de mudança, mas para isso devemos estar conscientes de que nós mesmos é que criamos esse cenário.

“O mundo não vai superar sua crise atual usando o mesmo pensamento que criou esta situação”.

Albert Einstein



**Figura 1.3** – Vista panorâmica de uma área rural com vários usos da água e do solo.

## UNIDADE B

### CONCEITO, COMPOSIÇÃO, FORMAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

#### Introdução

As atividades e ações das sociedades humanas são significativamente dependentes do solo. A busca de informações acerca do solo, a sua formação e classificação possibilitam indicar formas de atuação com o mínimo de danos ambientais. Estas informações associadas aos aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais induzem, através da educação ambiental, novas formas de conduta para o uso sustentável do solo pela sociedade.

#### Objetivos:

- Adquirir noções básicas da composição, formação e das diferentes classes de solo e suas aptidões;
- Discutir as características morfológicas dos perfis de solos, suas causas e efeitos para identificar e apontar possíveis alternativas para os problemas ambientais;
- Relacionar as diferentes classes de solo e suas características básicas com os possíveis efeitos no meio ambiente.

## 2 CONCEITO, COMPOSIÇÃO, FORMAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

### 2.1 Conceito de solo

O conceito de solo está intimamente relacionado à natureza do seu uso imediato. Em função do uso, o conceito buscará relação com a capacidade do solo em favorecer a produção agrícola. Ou também, as características que facilitem ou dificultem a extração de minérios. Em outro caso, analisará a sua capacidade de suportar o peso de construções (Figura 2.1), ou de servir como material de construção. Ou em função da capacidade de manter os processos de produção e reciclagem de matéria para manter os ecossistemas. Estes são apenas alguns dos inúmeros pontos de vista que podem direcionar a conceitualização de solo.



**Figura 2.1** – Fundações e pilares de uma edificação em construção.

Uma definição geral de solo é a de considerar como a camada superficial dos continentes resultante da decomposição das rochas, formando uma combinação complexa de matéria orgânica em decomposição, água, ar e seres vivos. Em outras palavras, é originado pela intemperização das rochas e pela ação de vários atores como o clima e microorganismos. Todo solo é um produto de complexas interações entre clima, plantas, animais, rochas, relevo e cronologia (idade).

Um solo é um corpo natural organizado com características morfo-

lógicas, químicas, físicas e mineralógicas relacionadas aos processos e fatores que deram a sua origem e que ocupam determinadas porções da superfície terrestre.

Por ser a base e meio do fornecimento de alimentos, energia e abrigo, o homem possui uma relação de dependência com o recurso solo.

Os solos possuem grande variabilidade no Rio Grande do Sul em função da alta diversidade geológica, relevo, temperatura, vegetação e regimes pluviométricos. Esta variabilidade levou a uma ocupação e definindo usos dos solos bastante diversificados.

Os diferentes tipos de solo distribuídos em um território são identificados pelo chamado levantamento de solos ou levantamento pedológico, que posteriormente geram os mapas de solos. Estes mapas identificam as regiões onde determinadas classes de solo ocorrem, possibilitando o planejamento da utilização deste recurso e identificar sua aptidão de acordo as características próprias a cada classe.

Assim, deve-se ter noção que os solos possuem uma variabilidade muito grande, possuindo características próprias que definem a ele uma determinada aptidão. Este entendimento é o início para se manejar de forma adequada o solo sem degradá-lo.

Com a atual preocupação na preservação ambiental, o estudo dos solos tem atingido dimensões multidisciplinares, como as áreas da biologia, arquitetura, educação, engenharias e das ciências agrárias. Esta busca pelo conhecimento a respeito do solo tem como objetivo principal buscar a sustentabilidade e manter o equilíbrio do ecossistema.

De certa maneira a humanidade parece, às vezes, não dar a devida importância que o recurso possui, pois tem exaurido de forma acentuada suas características físicas e químicas. Toneladas de solo são perdidas via erosão, fato este que é praticamente irreversível dado o tempo de 400 anos para a formação de 1,0 cm de solo. Alguns dados informam que em determinadas enxurradas perde-se com solo desnudo cerca de 5,0-6,0 cm de solo superficial, que geralmente é o mais fértil.

## 2.2 Composição do solo

O solo é formado por alguns componentes. Os solos normalmente tem a seguinte composição:

- Elementos minerais – 45%;
- Ar – 25%;
- Água – 25%;

- Matéria orgânica – 5%.

Esta proporção varia de um solo para outro solo. Assim, verifica-se a variação da composição do solo de um lugar para outro.

Os elementos minerais são originados das rochas desagregadas no próprio lugar ou podem ser trazidas pela água e pelo ar de outros lugares. As ações físicas, químicas e biológicas são as causadoras da desagregação das rochas. A erosão pela água e pelo vento, as variações bruscas de temperatura e o congelamento de água em fissuras são exemplos de ações físicas. As rochas calcárias sob a ação da água é o exemplo mais comum de ação química.

A água presente no solo são originadas das precipitações: as chuvas, o sereno, a neblina, orvalho e o degelo da neve.

O ar contido no solo é proveniente do ar existente na superfície, dos gases da biodegradação da matéria orgânica (dióxido de carbono e metano).

A matéria orgânica é resultante da vegetação existente na superfície do solo, dos restos de animais, excrementos e outros resíduos em decomposição. A biodegradação da matéria orgânica dá origem ao húmus proporcionando características físicas importantes.

### 2.3 Formação dos solos

A ação combinada do clima, vegetação, microrganismos decompositores, animais, material de origem, relevo e idade, entre outros fatores, condicionam a formação dos solos.

Em função da ação desses fatores ao longo do tempo, o solo apresenta características diferenciadas na medida que analisamos camadas mais profundas. O perfil do solo, então, é formado por uma sucessão de horizontes do solo (Figura 2.2).

Os organismos presentes, o material de origem, o intemperismo, entre outros fatores, aumentam continuamente a espessura das camadas do solo. A lixiviação ocasiona o transporte das partículas mais finas do solo e a retirada de sais minerais. As partículas mais grossas permanecem no horizonte superficial. Estes processos fazem com que os solos apresentem estratos com aparências distintas formando os horizontes.



**Figura 2.2** – Barranco de estrada deixando à mostra as camadas do solo.

#### **2.4 Perfil e características morfológicas**

Mas como podemos identificar ou mesmo reconhecer um determinado tipo de solo? Quando nos deslocamos de carro, a cavalo, de trem ou mesmo fazendo uma leve caminhada, se observarmos na paisagem ao lado das rodovias, veremos taludes ou barrancos que nos mostram de forma clara o chamado perfil de solo. Este perfil pode ser observado também quando cavamos uma trincheira na superfície (Figura 2.3). Este perfil expõe uma seqüência vertical de camadas paralelas a superfície resultantes do processo de formação dos solos, onde cada camada é denominada de horizonte.



**Figura 2.3** – Descrição do perfil de um solo.

Cada horizonte difere em cor, textura, estrutura e espessura e é através deles que classificamos os solos. Os principais horizontes são:

- **Horizonte A:** situado na superfície ou em alguns casos abaixo do O ou do H. Normalmente possui uma coloração mais escura devido a matéria orgânica incorporada.
- **Horizonte B:** situa-se abaixo do horizonte A, E ou H possuindo uma coloração vermelha, cinza ou amarelada, apresentando um teor um pouco maior de argila que os horizontes superficiais.
- **Horizonte E:** situa-se abaixo do A ou O e caracteriza-se por apresentar uma coloração mais clara e textura mais arenosa devido a perda de argila por eluviação para o horizonte B.
- **Horizonte C:** encontra-se abaixo do horizonte B ou do A quando o B está ausente e se caracteriza por ser constituídos de materiais geológicos pouco intemperizados.
- **Horizonte R:** situa-se abaixo dos demais e é formado por material rochoso ou consolidado. Material de origem do solo.
- **Horizonte O:** encontra-se geralmente na superfície do solo acima do horizonte A, sendo composto por uma camada de resíduos orgânicos e possui uma boa drenagem.
- **Horizonte H:** a exemplo do horizonte O também é formado de resíduos orgânicos porém encontra-se em ambiente de drenagem insuficiente.

ciente, ou seja mal drenado.

As vezes ocorre uma zona de transição entre dois horizontes com características semelhantes. Por exemplo, entre o horizonte A e B pode haver uma zona de transição onde nela encontra-se características do horizonte A quanto do B, denominando-se então de horizonte AB. Sempre a denominação do horizonte anterior junto ao subsequente (AC, AB, BE, BC, etc...).

Cada perfil de solo possui características morfológicas que os diferenciam entre si. Mas quais são elas e de que maneira podemos avaliá-las?

A caracterização de um perfil de solo é feito a olho nu e pela simples manipulação do solo. Esta avaliação é importante pois nos permite, avaliar por exemplo, se um solo foi degradado, por que o crescimento das plantas é deficiente e qual sua aptidão para uso, sendo que todo o trabalho começa pela identificação de cada horizonte no perfil do solo. A partir desta identificação e separação, iniciamos a identificação das características morfológicas de cada horizonte.

As principais características observáveis são:

- **Cor:** através dela podemos identificar a provável composição de um solo, sua drenagem e aeração.
- **Textura:** são as porções de areia, silte e argila que compõe o solo, ela é avaliada através do tato de uma amostra de solo úmida entre o polegar e o indicador, onde nota-se se ocorre aspereza, sedosidade, plasticidade e pegajosidade.
- **Estrutura:** as diferentes partículas do solo são interligadas formando agregados que por sua vez formam a estrutura do solo que pode indicar pela forma de seus agregados se um solo está compactado, denso, ou perdeu a capacidade de armazenamento de água e infiltração, etc...
- **Consistência:** é a resistência do material a ruptura e é estimada pelo estado de umidade do solo. Quando seco observamos seu grau de dureza, quando úmido analisamos sua friabilidade, ou seja o grau em que os agregados resistem a ruptura. Quando saturados analisamos sua plasticidade e pegajosidade.

Algumas características como a presença de raízes, mesmo não sendo parte integrante da morfologia do solo, serve para identificarmos quando temos impedimentos ao crescimento vegetal, ocasionado por algum obstáculo natural ou mesmo um aumento na densidade e compactação do solo, o que é indicativo de degradação ambiental.

## 2.5 Classificação dos solos

O solo formou-se após um processo de intemperização das rochas que sob a ação da pressão, temperatura, regime pluviométrico, relevo, organismos vivos dentro de uma cronologia, originaram depois de milhares de anos o que conhecemos hoje como solo.

Este processo de formação dos solos explica a variabilidade do recurso dentro do estado e do país, pois, a partir de um mesmo material de origem pode se formar solos diferentes. Por exemplo, temos solos doriginados de basalto que são diferentes como os latossolos e os chernossolos.

As ações antrópicas podem de maneira acelerada alterar a configuração original dos solos adquiridas a milhares de anos, pois ao se utilizar o recurso não se respeitou sua aptidão natural, pois determinados tipos de solos se prestam a usos urbanos e outros a usos agrícolas, por exemplo, um solo é bem drenado e extremamente estável, pode ser utilizado para obras de engenharia civil como a construção de prédios. Ou solos pouco agregados, pouco profundos e que ocorrem em áreas declivosas, possuem limitação em relação a produção agrícola.

Portanto, a classificação dos solos é importante para identificarmos o tipo de solo, a sua aptidão e o tipo de manejo adequado para que não cause a sua degradação. Desta forma estaremos utilizando o solo de maneira sustentável e contribuindo para o equilíbrio do ecossistema.

## 2.6 Classificação dos solos e o ambiente

O conhecimento das classes de solo e as características e limitações de cada classe, permite que se utilize as técnicas e manejos mais adequados para cada tipo de exploração, atividade, ou ocupação que se pretende dar ao solo (Figura 2.4). Somente com o uso de técnicas cientificamente comprovadas e respeitando as devidas aptidões de cada solo tornaremos as atividades humanas sustentáveis.



**Figura 2.4** – Utilização do solo em áreas baixas para o cultivo do arroz irrigado por inundação.

A resiliência do ecossistema é algo inacreditável mas que respeita uma cronologia bastante longa, ou seja, se permitirmos que se perca 15 cm de solo por ano, logo não teremos mais solo, somente a rocha matriz, pois a sua velocidade de formação é infinitamente menor que a velocidade da degradação exercida sobre ele.

O estudo pedológico (estudo dos solos), é base fundamental para regrear os manejos e cuidados dados a cada tipo de solo, pois a interação solo-ambiente é demasiadamente íntima, ou seja, as alterações no ambiente ou seja no solo pode ter reflexos tanto em um como em outro. O conhecimento das características e aptidões é fundamental para sua conservação e sustentabilidade, a partir de manejos e técnicas adequados, urbanizando onde comporta ser urbanizado, enfim racionalizando o uso e ocupação dos solos.

Estas características são determinantes quando queremos fazer uso de um tipo de solo de uma região. Os locais onde serão implementadas as atividades devem ser analisadas dentro de um contexto global, verificando as indicações de uso e suas limitações.

Um exemplo de uso do solo que afeta toda uma região, podendo causar reflexos em outras regiões distantes, é a instalação dos chamados lixões, locais de depósito do lixo proveniente da cidade.

Este problema é bastante comum, pois a deposição dos resíduos domésticos nos conhecidos lixões, com a decomposição dos materiais orgânicos e inorgânicos produzem um líquido altamente tóxico denominado chorume. Este chorume possui de 30 a 100 vezes mais con-

centração de material orgânico que o esgoto sanitário, além de metais pesados e patógenos em geral, vindo a contaminar o solo, águas subterrâneas e superficiais.

Se este contaminante chegar por exemplo a um rio ou mesmo a um lençol freático, pode viajar quilômetros abaixo, contaminando por exemplo uma água que a cidade a jusante utiliza para seu abastecimento urbano.

Enfim, solo e água são indissociáveis, um tem efeito no outro, portanto devemos ter uma visão holística, para que o meio ambiente e seus ecossistemas tenham o mínimo de impacto.

## UNIDADE C

### CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS E SUAS RELAÇÕES AMBIENTAIS

#### Introdução

As características do solo induzem a sua utilização potencial. A aptidão de um solo permite indicar usos que causem menor impacto ao ambiente. A identificação das características de um solo possibilita prever possíveis efeitos originadas pelas ações sobre ele. O entendimento das características dos solos na dimensão das questões ambientais incentiva a aquisição de comportamentos e habilidades que buscam a prevenção e solução dos problemas ambientais

#### Objetivos

- Relacionar as características do solo com as suas relações no ambiente;
- Contribuir para a percepção do solo como parte da natureza complexa do ambiente e da sua interdependência com os diversos elementos que formam este ambiente.

### 3 CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS E SUAS RELAÇÕES AMBIENTAIS

#### 3.1 Principais características do solo

As principais características do solo são a cor, textura ou granulometria, estrutura, consistência e espessura dos horizontes do solo, a acidez, a composição e a capacidade de troca de íons.

A cor dos solos é uma característica de fácil percepção, sendo muito utilizada para identificar e avaliar um solo. Desta forma, temos que:

- **Solos escuros** – tendem a apresentar o teor de matéria orgânica maior;
- **Solos vermelhos** – apresentam maior teor de óxido de ferro e tendem a ser solos bem drenados;
- **Solos cinzentos** – solos mal drenados comuns em regiões baixas.

A textura do solo relaciona a proporção de partículas de uma determinada dimensão presentes no solo. A dimensão da partícula define a partícula areia, silte e argila. Desta forma, podemos definir como textura do solo a proporção entre areia silte e argila presentes. Sob o ponto de vista ambiental, a textura influencia as propriedades físicas e químicas dos solos.

Assim, solos com dimensões de partículas maiores, solos com maior proporção de areia, apresentam maior capacidade de drenagem, maior permeabilidade e maior aeração.

Por outro lado, a resistência à erosão, a retenção de água e de nutrientes são maiores em solos com partículas menores. Essas condições são encontradas nos solos com maior teor de argila e silte.

O arranjo das partículas do solo em agregados define a característica chamada de estrutura do solo. A agregação das partículas do solo pela ação conjunta dos produtos da decomposição da matéria orgânica, do óxido de ferro e das partículas argilosas originam a estrutura de um solo.

A consistência do solo condiciona a sua resistência aos esforços de deformação ou ruptura. A consistência é oriunda das forças de coesão e de adesão que atuam no solo em função da quantidade de água presente.

A estrutura e a consistência do solo explicam a capacidade de suportar cargas e a sua resistência ao cisalhamento. Estas características são importantes na engenharia civil.

O uso e o manejo do solo produzem alterações na sua estrutura. A formação de camadas compactadas diminuem a infiltração de água no solo, reduzem a aeração e impedem o crescimento das raízes das plantas.

A presença de material orgânico em decomposição no solo, o húmus, é uma importante característica que condiciona o ambiente. Essa porção orgânica proporciona a capacidade ao solo de reter nutrientes e água.

Uma das características importantes dos solos é a carga elétrica. As partículas de argila e alguns óxidos contidos no solo apresentam carga elétrica. Estas cargas elétricas influenciam as trocas químicas entre as partículas sólidas do solo e a solução aquosa do solo. Desta forma, as partículas do solo absorvem ou repelem íons e radicais. Essas trocas químicas determinam a capacidade de troca iônica dos solos. Assim, podemos definir duas situações:

- Solo com excesso de carga negativa – este solo é trocador de cátions, característica medida pela capacidade troca catiônica (CTC);
- Solo com excesso de carga positiva – neste caso, este solo é trocador de ânions, característica medida pela capacidade de troca aniônica (CTA).

Qual é o efeito disto no ambiente? Bom, em função da carga elétrica, temos que:

- Na condição de CTC mais elevada – solos que retêm nutrientes essenciais às plantas, tais como o cálcio, magnésio, potássio, etc.

Mas por outro lado

- A CTC elevada – solos em que os nitratos e cloretos tendem a sofrer lixiviação para o lençol freático com maior facilidade.

Outra característica do solo que influencia o ambiente é a acidez do solo. Os solos com pH abaixo de 5,5 favorece a solubilização do alumínio, manganês e ferro, mas reduz a disponibilidade do fósforo que é um nutriente essencial às plantas. A acidez impede o desenvolvimento dos microorganismos que decompõem a matéria orgânica presente no solo, causando a redução da disponibilidade de nitrogênio, fósforo e enxofre.

A ação de correção do pH para os níveis desejados para o uso agrícola do solo é a aplicação de calcário. Este procedimento é conhecido por calagem.

### 3.2 Deposição de resíduos nos solos

Os solos possuem a capacidade de reciclar uma diversidade de materiais e substâncias pela ação dos microorganismos ou mesmo através de reações químicas e físicas. As informações obtidas pela classificação dos solos e o conhecimento de suas características e morfologia, permite o planejamento das ações sobre o solo para analisar os possíveis impactos ambientais que os resíduos podem causar ao ambiente (Figura 3.1).

Deve-se verificar quais as características do solo devem ser analisadas para que não ocorra risco de erosão, escoamento superficial, retenção ou lixiviação excessiva de determinados materiais. Entre as características importantes podemos citar:

- Profundidade do solo;
- Teor de argila;
- Capacidade de drenagem;
- Declividade da superfície.

Portanto a definição de limites para cada tipo de solo permite que se classifique os solos em relação ao risco ambiental representado pela deposição de resíduos.

A classificação é a seguinte:

- **Adequada:** solos profundos com boa drenagem, altos níveis de argila e com declives inferiores a 12%.

- **Regular:** textura do solo menos argilosa entre 15 e 35%, declividades inferiores a 20% e medianamente profundos com boa drenagem.

- **Restrita:** possuem baixos teores de argila, inferiores a 15%, solos menos profundos com baixa drenagem e declividade acentuada entre 20 e 45%.

- **Inadequada:** solos pouco profundos (menores que 0,5m), pouca drenagem, declividade acentuada e textura arenosa com pouco teor de argila.



**Figura 3.1** – Computador e monitor de vídeo abandonados sobre a superfície do solo.

### 3.3 Erosão do solo

#### a) O que é erosão do solo?

A perda de solo através de processos de degradação da terra como a erosão causada pelos ventos e pelas águas é um importante problema ambiental da humanidade.

A erosão do solo pode ocorrer de maneira natural denominada erosão geológica, que é o desgaste natural das rochas e do próprio solo, sendo um processo bastante lento. Mas as atividades humanas, como a agricultura, o desmatamento e a urbanização têm aumentado as taxas de erosão. Estas atividades removem a vegetação protetora, expondo exageradamente o solo à ação do vento e da água (Figura 3.2).



**Figura 3.2** – Erosão avançando sobre uma estrada vicinal.

Portanto, a erosão é um processo natural de desagregação, decomposição, transporte e deposição de materiais de rochas e solos. A erosão nada mais é que um processo de desgaste, principalmente do horizonte mais superficial (A) de maior importância agrícola. Isto é resultante da complexa interação da ação da gravidade terrestre, água, vento, gelo e organismos vivos que vem agindo sobre a superfície desde a origem da Terra. O arraste de partículas de solo ocorre pela ação de fatores naturais como água, vento e ondas que são agentes promotores da erosão, além da própria erosão geológica ou normal que tende a nivelar a superfície terrestre.

#### **b) A ação da humanidade para a erosão do solo**

As atividades da sociedade humana sobre o meio ambiente aceleram o processo de erosão. Desta forma, resultando na perda de solos férteis, na poluição da água, no assoreamento dos cursos d'água e reservatórios e na degradação e redução do equilíbrio global dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

A erosão causa a degradação dos solos e, devido às relações de interdependência do meio, também a degradação das águas. Isto representa um pesado ônus à sociedade, pois além de danos ambientais irreversíveis, gera prejuízos econômicos e sociais.

Os processos de erosão são condicionados pelas alterações do meio ambiente provocadas pelas várias formas de uso do solo como a agricultura, obras urbanas e viárias que ocasionam a concentração das águas de escoamento superficial. As enxurradas originadas da água de chuva que não foram retidas sobre a superfície, ou que não foram infiltradas, transportam partículas de solo e nutrientes em suspensão.

O transporte de partículas de solo pode ser realizado, também, pela ação do vento (erosão eólica), predominante em áreas planas com solo desnudo com clima árido, semi-árido, ou sujeitas a períodos de estiagens e em áreas onde a composição dos solos é bastante arenosa e pouco estruturados.

As áreas de solo inclinado são mais sensíveis ao processo de erosão. A cobertura vegetal nestas áreas exerce a função de impedir ou amenizar a ação erosiva causada pela chuva e pela atividade humana. Nas áreas inclinadas sem vegetação, o escoamento da água da chuva na forma de enxurrada vai carreando o solo podendo formar grandes crateras - as voçorocas - além de causar deslizamento de terra.

A ocupação de terrenos inclinados nas cidades apresenta grande risco de deslizamentos de terra em período de chuvas intensas, que resultam no desabamento ou soterramento de casas e, conseqüentemente, a perda de vidas humanas e grandes prejuízos materiais.

A derrubada da vegetação e a ocupação das encostas para a construção de habitações nas áreas urbanas ocorrem em virtude de fatores sociais, econômicos e administrativos. Entre estes fatores, podemos citar os baixos salários de importante parcela da população, o alto custo dos aluguéis, a falta de cumprimento do planejamento urbano e rural, de investimentos em habitação e de fiscalização dos órgãos competentes para impedir a ocupação das áreas de risco e com isso, evitar a erosão.

Podemos considerar a urbanização como uma das formas drásticas do uso do solo. Isto ocorre devido à formação de superfícies pouco permeáveis, fazendo com que ocorra diminuição da infiltração e aumento da quantidade e da velocidade de escoamento das águas superficiais.

Outra forma drástica do uso do solo é a agricultura e pecuária. A prática dos cultivos agrícolas sem o uso de manejo conservacionista causa a degradação dos solos rurais. A compactação e mobilização excessiva dos solos ocasionada pela ação das máquinas e implementos agrícolas produzem importantes alterações na estrutura do solo. A criação de animais na atividade pecuária em áreas inadequadas ou a superlotação das áreas onde se intensifica o pisoteio e o excesso de pastoreio retirando boa parte da vegetação de proteção. Estes fatores causam uma desestruturação do solo, maior índice de compressão e deformação, selamento superficial além de tornar o solo mais exposto à ação da chuva e do vento.

Com a destruição do equilíbrio natural, o solo apresentará diversos problemas iniciando o processo de degradação. O solo começará a ficar compactado apresentando problemas de infiltração e aeração, afetando ainda mais todas as reações químicas e biológicas normais

que nele se processam. Desta forma, resultando em perda de produtividade e início de erosão.

**c) Mudança de atitude**

Portanto, o melhor a fazer é cuidarmos do solo como um bem precioso, pois é do solo que produzimos o alimento que sacia a nossa fome. O solo agradecerá, assim como nossos filhos e netos também!

## UNIDADE D

### POLUIÇÃO DO SOLO RURAL E URBANO

#### Introdução

A poluição do solo é uma das formas de poluição que afeta particularmente a camada superficial da crosta terrestre, causando malefícios diretos ou indiretos à vida humana. As alterações ambientais induzidas pelo desenvolvimento atual da humanidade agravaram a crise ambiental resultando em alterações indesejáveis. Entre as mudanças pode-se citar a poluição do solo rural e urbano.

O conhecimento das relações do meio ambiente faz com que a sociedade possa intervir de modo a buscar soluções mais adequadas para diminuir a contaminação do solo. O entendimento das dinâmicas que ocasionam a poluição do solo é etapa importante para a busca de alternativas para a melhoria das relações entre a sociedade e o uso do solo de modo integrado e sustentável no contexto das questões ambientais.

#### Objetivos

- Possibilitar o estudo da poluição do solo rural e urbano e discutir de que forma essas relações tem influência na sociedade.
- Incentivar o entendimento dos processos que causam a degradação ambiental dos solos;
- Induzir a busca de alternativas de soluções para os problemas decorrentes do uso dos solos na busca da melhoria de sua qualidade ambiental.

## 4 POLUIÇÃO DO SOLO RURAL E URBANO

### 4.1 Poluição do solo rural

A contaminação do solo tem-se tornado uma das preocupações ambientais, uma vez que, geralmente, a contaminação afeta o ambiente de forma bastante ampla, atingindo não apenas o solo, mas também as águas superficiais e subterrâneas, ar, fauna e vegetação.

Basicamente a contaminação do solo rural está relacionada a três categorias ou tipos de poluição que são:

- Os fertilizantes sintéticos;
- Os defensivos agrícolas;
- A salinização.

A utilização de fertilizantes sintéticos cresceu rapidamente e atinge praticamente todas as terras cultiváveis. O seu uso desmedido no solo pode produzir uma acumulação tóxica para flora, fauna e ao homem em particular. Os fertilizantes aplicados ao solo poderão permanecer nos locais de sua aplicação, mas poderão ser solubilizados e carregados pela água, causando a poluição do solo e da água.

A acumulação de fertilizantes na água ocasiona a eutrofização dos reservatórios que passam a produzir enormes quantidades de algas que, por competição, eliminam outras substâncias aquáticas, e também afetam a qualidade da água.

Os defensivos agrícolas são classificados em grupos, de acordo com o tipo de praga que combatem: inseticidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas (contra roedores), etc.

O efeito residual do defensivo agrícola é uma característica desejável. Mas, sob o ponto de vista ambiental, a sua resistência amplia a possibilidade de sua disseminação pela biosfera. Desta forma, os defensivos agrícolas são conduzidos pela circulação da água e pela circulação atmosférica e pelas cadeias alimentares dos ecossistemas dos locais de sua aplicação. Os efeitos dos defensivos agrícolas são, em geral, a redução da natalidade e da fecundidade das espécies da cadeia alimentar (Figura 4.1).

A salinização é uma forma particular de poluição do solo. Este processo ocorre com mais freqüência em solos naturalmente suscetíveis, ocasionado pelas características desse solo, do clima ou pelas condições do relevo local. A utilização de sistemas de irrigação na agricultura pode ocasionar a salinização.

O processo de salinização do solo está relacionado com a acumulação de sais no perfil devido à utilização de água com alto teor de clo-

retos, carbonatos e bicarbonatos de sódio, cálcio, magnésio e à adição de fertilizantes com elevados índices salinos. A posterior evaporação da água ocasiona a deposição dos sais que estavam presentes na solução aquosa do solo na superfície do terreno.

Os efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais são: seca fisiológica, proveniente da diminuição do potencial osmótico, desbalançamento nutricional devido à elevada concentração iônica, especialmente o sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes e efeito tóxico de íons, particularmente o cloro e sódio.



**Figura 4.1** – Aplicação de defensivo agrícola em área cultivada com arroz irrigado por inundação.

## 4.2 Poluição do solo urbano

A poluição do solo urbano é proveniente dos resíduos gerados pelas atividades das indústrias, do comércio e dos serviços, somados aos resíduos oriundos do grande número de residências que formam as cidades. De uma forma geral, a poluição do solo é causada por resíduos nas fases sólida, líquida e gasosa.

Os gases têm efeito menos degradante no solo que sólidos e líquidos devido sua circulação atmosférica, mas indiretamente pode chegar ao solo na forma de poluentes na solução líquida trazida pelas precipitações conhecidas como chuva ácida.

Podemos considerar como resíduo líquido os efluentes líquidos de processos industriais e os esgotos sanitários resultantes da diluição dos dejetos humanos e do preparo de alimentos, higiene pessoal, lava-

gem de roupas e de residências, do comércio e de serviço. Os resíduos líquidos devem ser tratados para evitar os problemas de poluição. O lançamento diretos do esgoto sanitário e industrial causam problemas graves ao ambiente, causando também, problemas de saúde pública.

O resíduo sólido é o que causa os maiores problemas no meio urbano. Isto é devido as grandes quantidades geradas e a sua característica de imobilidade, que impõem grande dificuldade de seu transporte no meio ambiente (Figura 4.2) . De um modo geral resíduo (lixo) é tudo aquilo que resulta de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição de ruas e, também, lodos industriais provenientes do tratamento de água. Para ter uma idéia, um indivíduo produz em média cerca de 0,4 kg a 0,7kg de lixo por dia, valor que em países desenvolvidos pode chegar a 1,0kg.

No meio urbano encontramos vários tipos de lixo que podem ser classificados de acordo com os critérios de origem e produção da seguinte maneira:

- **Doméstico:** são gerados basicamente de residências;
- **Comercial:** ocorre pelo setor comercial e de serviços;
- **Hospitalares:** gerado por hospitais, farmácias, clínicas;
- **Especial:** podas de jardins, entulhos de construções e animais mortos.



**Figura 4.2** – Depósito de material colhido pelo serviço de tele-entulho.

De acordo com a classificação do lixo podemos ter uma destinação final e um tratamento adequado para reduzir impacto no meio ambiente. Atualmente, a destinação do lixo segue os seguintes mé-

todos:

- Aterros sanitários (disposição de resíduos domiciliares no solo);
- Reciclagem orgânica (compostagem da matéria orgânica);
- Reciclagem industrial ou mecânica (reaproveitamento e transformação dos materiais recicláveis);
- Incineração do lixo perigoso

Os aterros sanitários são terrenos com buracos abertos no chão forrados com plástico ou argila onde o lixo recolhido na cidade é depositado. A decomposição da matéria orgânica existente no lixo gera um líquido altamente poluidor, o chorume, que mesmo com a proteção da argila e do plástico nos aterros, não é suficiente e o líquido vaza e contamina o solo.

A incineração do lixo é feita em usinas de incineração onde o lixo é reduzido a cinzas e gases decorrentes de sua combustão. As justificativas para a incineração são a minimização de áreas para aterros sanitários e para instalação de locais para tratamento de lixo, possibilidade de sua utilização para alguns tipos de resíduos perigosos como o lixo hospitalar.

A compostagem é uma forma de tratamento biológico da parcela orgânica do lixo permitindo uma redução de volume dos resíduos e a sua transformação em composto a ser utilizado na agricultura como condicionante do solo. As vantagens da compostagem são menor área necessária para sua instalação e o aproveitamento na agricultura.

A reciclagem mecânica consiste na redução de tamanho e reprocessamento dos materiais, transformando-os em matéria-prima secundária. Esse tipo de reciclagem fecha o ciclo de reciclagem de um produto, que pode voltar a ser utilizado como matéria-prima para gerar o mesmo produto que fora, ou um novo produto, continuando a contribuir com a indústria.

Mas a maior vantagem da reciclagem é permitir fechar o ciclo de vida dos materiais fazendo retornar produtos como matéria-prima secundária, proporcionando economia de energia e de recursos naturais primários.

### **4.3 Resíduos Perigosos**

Os resíduos perigosos são aqueles que podem ser nocivos à saúde dos seres humanos, de outros organismos e meio ambiente em decorrência da quantidade, concentração ou características físicas, químicas ou infecciosas no presente e no futuro. Estes resíduos têm potencial para:

- Causar ou contribuir significativamente para o aumento da mortalidade ou para o aumento de doenças sérias irreversíveis ou reversíveis incapacitantes;
- Significar um perigo presente ou potencial para a saúde humana ou meio ambiente quando tratado, armazenado, transportado, disposto ou usado de maneira imprópria.

A quantidade de resíduos perigosos presentes no meio ambiente atualmente é bastante grande, o que torna complexa apresentação de uma classificação universalmente aceita.

Exemplo de alguns setores e o tipo de resíduos perigosos que são gerados:

Setor	Fonte	Resíduos perigosos
Serviços, comércio e agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veículos</li> <li>• Aeroportos</li> <li>• Lavagem a seco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos oleosos</li> <li>• Óleos, fluidos hidráulicos</li> <li>• Solventes halogenados</li> </ul>
Indústrias de pequeno porte e médio porte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamentos de metais</li> <li>• Fabricação de tintas</li> <li>• Curtumes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lodos contendo metais pesados</li> <li>• Solventes, borras, tintas</li> <li>• Lodos contendo cromo</li> </ul>
Indústrias de grande porte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo de extração de bauxita</li> <li>• Refinaria de petróleo</li> <li>• Produção de cloro</li> <li>• Química</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos de desmonte de cubas de redução</li> <li>• Catalisadores, resíduos oleosos</li> <li>• Lodos contendo mercúrio</li> <li>• Resíduos de fundo de coluna de destilação</li> </ul>

#### 4.4 Classificação dos resíduos perigosos

Os resíduos perigosos podem ser classificados como:

##### a) Resíduos biomédicos

São os resíduos de hospitais, clínicas, laboratórios de pesquisa. Entre eles, podemos exemplificar citando os:

- Animais usados em experiências;
- Resíduos cirúrgicos e patológicos;
- Utensílios usados em hospitais como seringa, agulha, etc.

Os resíduos hospitalares são, ou devem ser incinerados no próprio local, e as cinzas desse processo podem ser dispostas em aterros sanitários.

**b) Resíduos Químicos**

Os resíduos químicos constituem uma grande quantidade de substâncias resultante da atividade industrial, podendo ser orgânicos ou inorgânicos.

Os resíduos químicos orgânicos são de lenta degradação, principalmente aqueles que podem sofrer bioacumulação como bifelinas policloradas e alguns pesticidas. A sua presença pode causar efeitos tóxicos agudos ou de longo prazo ou serem carcinogênicos e mutagênicos.

Os resíduos químicos inorgânicos, como mercúrio, chumbo, cádmio e arsênio são tóxicos mesmos em baixas concentrações esses compostos também podem ser bioacumulados nas cadeias alimentares e atingir o seres humanos.

**c) Tratamentos dos resíduos:**

**Tratamento biológico:**

São utilizados para tratamento de esgoto domésticos, através de filtros biológicos. Alguns materiais tóxicos como fenóis, óleos e resíduos de petróleo estão sendo tratado biologicamente mais sua eficiência é de apenas 60%.

**Tratamento físico-químico**

Consiste em separar resíduos perigosos da solução aquosa. Pode ser citada a destilação, troca iônica, adsorção por carvão ativado.

**Tratamento químico**

Tem como base as reações químicas. Por exemplo, temos a reação de neutralização de ácidos e bases e a remoção de metais pesados por meio de precipitação.

**d) Escolha da alternativa de tratamento:**

A determinação mais adequada para escolha do método para tratar resíduos deve considerar as condições socioeconômicas da região, os custos envolvidos, o tipo de resíduo gerado pela região. Mas, o principal fator a ser considerado, é o custo ambiental. As alternativas a serem adotadas devem considerar explicitamente os aspectos ambientais nos planos de tratamento dos resíduos.

## UNIDADE E

### ÁGUA NA NATUREZA: CONCEITO, PROPRIEDADES, DISTRIBUIÇÃO

#### Introdução

A água é uma substância essencial para os processos vitais. Nas formas líquida e sólida, cobre mais de dois terços da Terra e está presente na atmosfera na forma gasosa. A água molda o ecossistema.

O conhecimento dos aspectos biológicos, físicos e químicos responsáveis pelas características, propriedades e distribuição da água devem ser associados às dimensões socioculturais e econômicas e aos valores éticos. Estas concepções devem pautar as orientações e os instrumentos com os quais a humanidade poderá compreender e utilizar melhor os recursos da natureza para satisfazer as suas necessidades.

#### Objetivo

- Favorecer a aquisição de informações conceituais da água, suas características e propriedades para interpretar os fenômenos complexos que configuram o ambiente.

## 5 ÁGUA NA NATUREZA: CONCEITO, PROPRIEDADES, DISTRIBUIÇÃO

### 5.1 Conceito de água

A água é um recurso, assim como o solo e o ar, indispensável à vida no planeta. Após a era glacial, formaram-se grandes rios que foram determinantes para o desenvolvimento das mais diversas civilizações, e tem sido assim através dos séculos. A água constitui aproximadamente 70% de nosso corpo e em alguns vegetais como a alface chega a perfazer 95%. Todo ser vivo depende da água para sua sobrevivência e isto é sabido por nós, transcendendo escolaridade, nível sócio-econômico e cultural (Figura 5.1).



**Figura 5.1** – Corredeiras formadas por um curso d'água.

Há aqueles que dizem que a água será o petróleo do amanhã, mas será que este amanhã já não é o hoje? A quantidade de água através dos tempos é a mesma, porém sua distribuição no globo é infinitamente heterogênea. Ocorre que existem regiões com muita ou nenhuma água e outras com certa "abundância".

Israel no Oriente Médio é um país onde a água é escassa e utilizada de maneira extremamente eficiente e racional. A agricultura em Israel é altamente tecnificada e irrigada através de sistemas de irrigação localizada, que possuem uma eficiência de aplicação de água superior a 95%. Outro exemplo a ser seguido de Israel, é que lá 75% das águas

captadas para satisfazer a demanda de seus múltiplos usos, são reutilizadas na zona urbana e também para agricultura, sendo o país que mais intensamente aplica a técnica de reuso da água no mundo.

O Brasil é um país privilegiado, pois possui 13% das reservas mundiais de água doce em seu território, porém muito mal distribuída. Vejamos a região nordeste, que seguidamente sofre com as estiagens possuindo um regime pluviométrico concentrado em um pequeno período do ano cujos volumes são reduzidos, com o agravante da elevada demanda atmosférica. A região norte detém mais de 70% da água doce do país e é a região menos populosa, ou seja, a oferta é bem maior que a demanda.

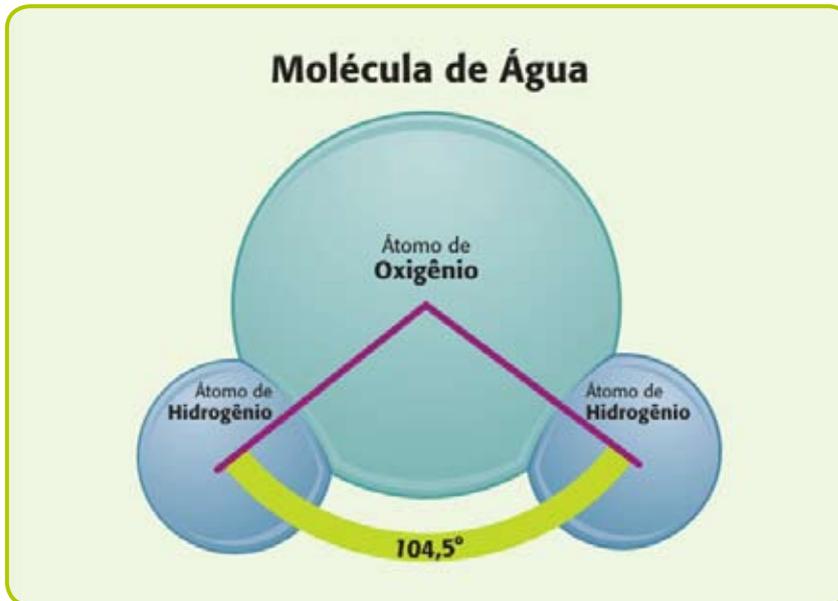
As ações antrópicas têm causado danos quantitativos e qualitativos aos corpos d'água. Do ponto de vista quantitativo os rios e mananciais têm tido sua capacidade diminuída pelo assoreamento, como por exemplo, o rio São Francisco. O fator qualitativo, também tem tido um decréscimo, causado principalmente pelos efluentes urbanos e industriais, agroquímicos e sedimentos lançados ou carreados para o interior dos mananciais.

O raciocínio que se faz para o solo se faz para a água. Ela também é integradora das ações do entorno. A necessidade da humanidade em suprir suas necessidades e de usar a água para múltiplos usos, na maioria das vezes sem critério nenhum, promovem a degradação ambiental.

A água é um recurso natural de limitada disponibilidade que para atender seus múltiplos usos deve ser regido através de políticas e ações que visem a sua sustentabilidade e que objetive o equilíbrio entre recursos naturais e interesses econômico-sociais.

A água é elemento essencial à manutenção dos ecossistemas e, também, importante insumo para os diversos processos tecnológicos e econômicos das sociedades humanas (Figura 5.2). Entre as principais características neste contexto, podemos refletir sobre as seguintes questões:

- A água quimicamente pura não é encontrada na natureza;
- A água possui grande poder de dissolver e carrear substâncias;
- Apenas pequena parcela de toda água existente no mundo é doce e está disponível para o uso.

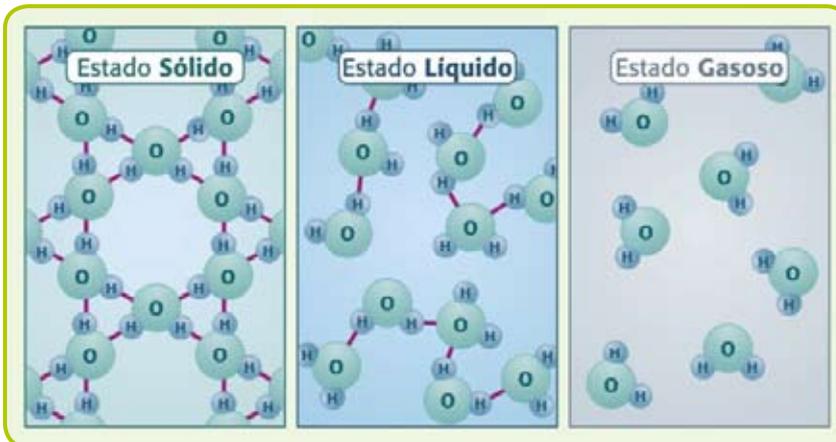


**Figura 5.2** – Representação gráfica de uma molécula de água.

## 5.2 Propriedades da água

A água está no estado líquido sob condições normais de temperatura e pressão (Figura 5.3). As principais propriedades da água no estado líquido são:

- A densidade da água é de 1000 kgf/m<sup>3</sup>
- Apresenta baixa viscosidade. Desta forma, a água apresenta grande fluidez, possibilitando a facilidade ao escoamento:
  - A coesão é maior que a adesão. A atração entre as moléculas é maior que entre as moléculas e o sólido que as contém.
  - Sujeita à tensão superficial. Ocasionalmente pela coesão entre as moléculas, forma-se uma película elástica na superfície da água, possibilitando, por exemplo, que um inseto caminhe sobre a água parada.
  - Sujeita à capilaridade. Esta propriedade origina a ascensão da água em meios porosos como no solo;
    - Apresenta alta condutividade elétrica
    - Capacidade de carrear sedimentos em suspensão tais como areia, silte, argila e colóides de pequeno diâmetro;
    - Capacidade de dissolução de substâncias;
    - Capacidade de dissolver gases (exemplo: oxigênio)
    - Apresenta condições propícias para o desenvolvimento de microorganismos (vírus, bactérias, fungos).



**Figura 5.3** – Distribuição das moléculas de água em função do seu estado físico.

### 5.3 Distribuição e ocorrência da água

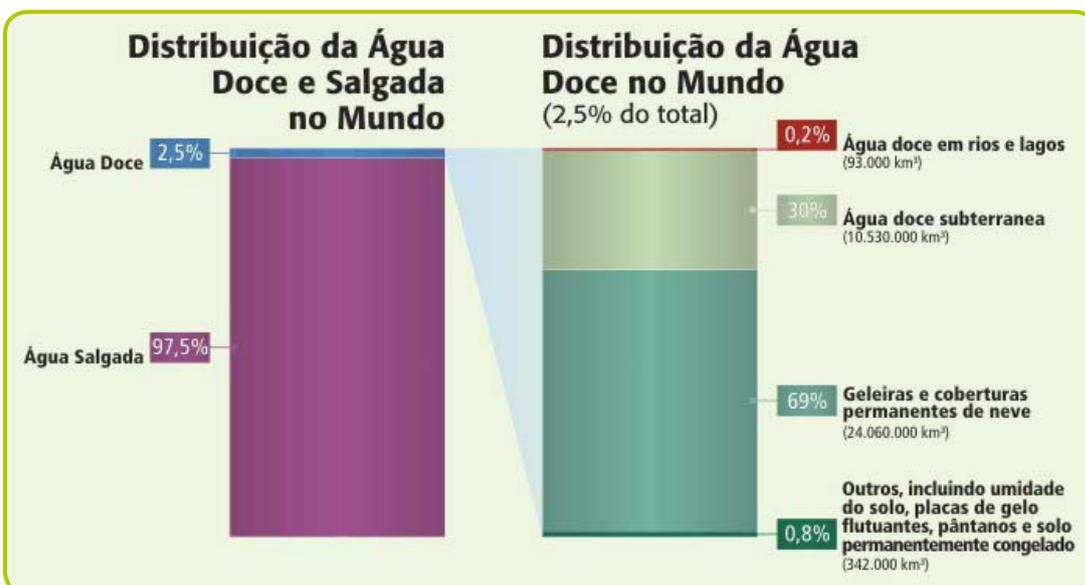
Existe grande variabilidade na distribuição e ocorrência da água na Terra (Figura 5.4). Podemos estimar que a distribuição espacial da água na Terra é a seguinte:

#### Água doce (2,5 %)

Do total da água doce:

- Geleiras e neve (69 %)
- Água subterrânea (30 %)
- Água em rios e lagos (0,3 %)
- Outros (0,7 %)

#### Água salgada (97,5 %)



**Figura 5.4** – Distribuição espacial da água no planeta Terra.

## 5.4 Tipos de água

Em função da sua utilização, a água costuma ser classificada em tipos. Assim, podemos ter os diversos tipos de água, tais como:

- **BRUTA** – água na própria fonte sem ação de tratamento artificial;
- **TRATADA** – água submetida a um ou mais processos de remoção de impurezas;
- **MINERAL** – água que provém do interior da crosta terrestre. Contém substâncias em solução: anidrido carbônico, bicarbonato de sódio, gás sulfídrico, sulfatos, sais neutros de magnésio, potássio, sódio;
- **TERMAL** – água mineral originada de camadas profundas da crosta terrestre com temperatura elevada;
- **PURA** – água desprovida de substâncias estranhas. O conceito de pureza é relativo. Exemplo: pura para o uso doméstico, impura para o uso industrial;
- **POTÁVEL** – água inofensiva à saúde, agradável aos sentidos;
- **POLUÍDA** – água com características alteradas, com presença de substâncias estranhas, sendo imprópria para consumo;
- **CONTAMINADA** – água poluída por germes patogênicos, confunde-se com o conceito de água poluída;
- **DOCE** – água de gosto agradável. Por exclusão, não é salgada, mineral, termal ou radiativa.
- **SALOBRA** – água que contém teores elevados de minerais, como por exemplo, carbonatos, bicarbonatos, sódio.

## 5.5 Curiosidades sobre a água

- Você sabia que a água foi tratada por muitas civilizações históricas como um recurso sagrado?
- A água a temperatura de 4°C alcança sua máxima densidade;
- A água pode funcionar como um armazenador de informações (homeopatia, água benta, etc.);
- A estrutura e organização das moléculas de água reagem às diferentes emoções, à música e inclusive às orações.

## UNIDADE F

### CICLO HIDROLÓGICO E BACIA HIDROGRÁFICA

#### Introdução

Os conceitos de matéria e energia são importantes para a nossa compreensão da vida na Terra e entendimento da natureza dinâmica do ambiente. A energia solar impulsiona os processos de reciclagem da matéria através dos ciclos biogeoquímicos. Os elementos essenciais à vida participam dessa dinâmica, que os forçam a percorrer uma trajetória através do meio mineral, dos organismos vivos e os retornam ao meio inicial.

Um destes processos é o ciclo hidrológico. A importância do seu entendimento reside no fato da água ser um recurso renovável por meio do ciclo hidrológico. As atividades da humanidade têm afetado significativamente o equilíbrio dinâmico deste ciclo.

#### Objetivos

- Proporcionar os conhecimentos básicos para interpretar os fenômenos que constituem a reciclagem da água pelo ciclo hidrológico;
- Possibilitar associar as dimensões socioculturais e econômicas que facilitem a percepção integrada do meio ambiente nas ações da sociedade sobre a bacia hidrográfica.

## 6 CICLO HIDROLÓGICO E BACIA HIDROGRÁFICA

### 6.1 Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico ou da água é considerado como um fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionada pela energia solar associada à ação da gravidade e da rotação terrestre.

Mas o que se entende por circulação fechada? Objetivamente quer dizer que, a quantidade de água no planeta é a mesma através dos tempos e que nenhuma molécula de água sai ou entra no ciclo hidrológico.

Vamos então exemplificar melhor esta idéia de igualdade e temporalidade da água! Vamos fazer uma viagem no tempo regressando ao passado, por exemplo, há 1300 a.C. no 2º império egípcio, durante o reinado do faraó Ramsés II.

Provavelmente a água que ele bebeu ou mesmo se banhou, pode estar dentro de um copo de água que você bebeu hoje pela manhã. O mesmo raciocínio vale para qualquer período da história ou pré-história. As moléculas de água que faziam parte da constituição dos dinossauros são as mesmas moléculas de água que usamos para irrigar nossas plantações e jardins.

A mesma quantidade de água que se tinha na pré-história, é a mesma de hoje, o que varia é sua espacialidade, ou seja, não necessariamente uma água que evapora na Amazônia, retorna na forma de precipitação no mesmo local, podendo vir a chover no Oceano, podendo variar também sua intensidade.

Podemos iniciar a descrição do ciclo da água analisando duas etapas: as fases que ocorrem na superfície terrestre e as que ocorrem na atmosfera. Portanto, vamos considerar a:

#### a) Superfície terrestre que

- Abrange os continentes e oceanos;
- Superfície : camada porosa que recobre os continentes (solos, rochas);
- Reservatórios: oceanos lagos;
- Parte do ciclo hidrológico onde ocorre a circulação da água na superfície terrestre através do interior e superfície dos solos e rochas, oceanos e nos organismos vivos.

## **b) Atmosfera**

- Possui diversidade de condições físicas;
- Fenômenos meteorológicos: ocorrem na
- Troposfera: 8 a 16 km de espessura, contém 90% da umidade atmosférica;
- Estratosfera: 40 a 70 km de espessura, reguladora da radiação solar – ozônio.
- Circulação da água na atmosfera:
- Transportada pelas correntes aéreas;
- Deslocamento no estado de vapor, líquido e sólido (partículas de gelo).

O ciclo hidrológico é basicamente o intercâmbio entre as circulações da água na superfície terrestre e na atmosfera (Figura 6.1). Considerando a superfície terrestre e a atmosfera, originam-se a circulação da água em dois sentidos.

Assim, temos o:

- Sentido superfície-atmosfera:
- Fluxo de água na forma de vapor;
- Fenômenos de evaporação e transpiração.
- Sentido atmosfera-superfície:
- Transferência de água em qualquer estado físico;
- Em termos mundiais: precipitação pluvial e neve.

Vamos pensar! O ciclo hidrológico só é fechado em nível global. Por que?

- O volume evaporado em um local não se precipita necessariamente no mesmo local;
- Ocorre movimentos contínuos com dinâmicas diferentes na atmosfera e na superfície terrestre;
- Portanto, em áreas de drenagem menores fica caracterizado o ciclo hidrológico como um ciclo aberto ao nível local.

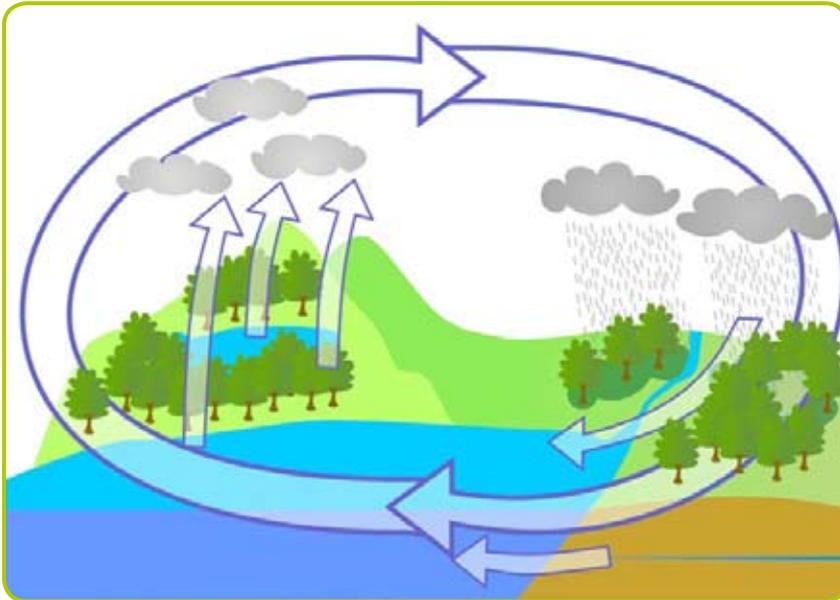


Figura 6.1 – Representação gráfica do ciclo da água.

## 6.2 Descrição geral do ciclo hidrológico

Podemos iniciar a descrição do ciclo da água considerando a condensação do vapor d'água presente na atmosfera (Figura 6.2). Desta condensação, ocorre a formação de microgotículas suspensas no ar devido à turbulência natural existente na atmosfera. Assim, a partir deste evento, iniciamos a nossa descrição.

### Precipitação:

- Forma mais comum: chuva;
- Complexos fenômenos de aglutinação e crescimento das microgotículas;
  - Núcleos de condensação (poeira ou gelo);
  - A força da gravidade supera a turbulência normal ou movimentos ascendentes do meio atmosférico;
  - No trajeto à superfície terrestre pode ocorrer evaporação.

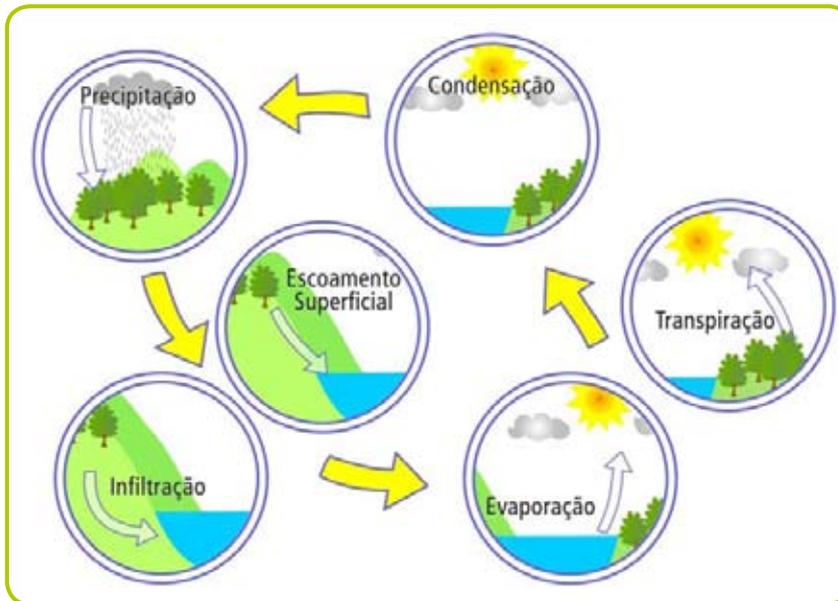


Figura 6.2 – Representação das etapas do ciclo hidrológico.

#### **Interceptação:**

- Parte do volume de água precipitado sofre interceptação pelas folhas e caules.

#### **Infiltração:**

- Solo é um meio poroso;
- Infiltração de toda a precipitação solo antes da saturação;
- Saturação da superfície do solo: decréscimo da infiltração, ocasionando o escoamento superficial.

#### **Transpiração:**

- Umidade do solo: fornecimento de água para as plantas;
- Absorção de água pelos vegetais: raízes;
- Transpiração da água presente nos tecidos vegetais para a atmosfera.

#### **Escoamento superficial:**

- Impulsionado pela gravidade;
- Sentido do escoamento: em direção aos pontos mais baixos da superfície do terreno;
- Presença de vegetação – obstáculo;
- Carreamento de partículas de solo.

**Evaporação:**

- Passagem da água na forma de vapor para a atmosfera;
- Oceanos – maior contribuição;
- Interesse maior para estudo: água doce dos continentes;
- Conhecimento da evaporação dos mananciais superficiais líquidos e dos solos e vegetais (evapotranspiração).

A água que circula na superfície terrestre e, que é escoada pela rede de drenagem, destina-se ao oceano. Isto é, a água que escoar nos cursos d'água termina por chegar ao mar. Normalmente isto tem ocorrido, não é?

A circulação da água nos oceanos é regida por uma complexa combinação de fenômenos físicos e meteorológicos. Entre estes fenômenos, podemos citar:

- Ventos de superfície;
- Rotação terrestre;
- Variação espacial e temporal da energia solar;
- Marés.

### **6.3 Movimento da água no globo terrestre**

O movimento da água na Terra pode ser analisado da seguinte forma:

**a) Ciclo da água no globo terrestre:**

- Acionado pela energia solar, correspondendo a aproximadamente 36% da energia absorvida pela Terra
- Retira água dos oceanos e da superfície terrestre;
- $5,5 \times 10^3$  km<sup>3</sup> de água evaporada, portanto, esta é a estimativa da quantidade evaporada

**b) Sistema de circulação da atmosfera:**

- Dinâmico e não linear;
- Dificulta a sua previsão quantitativa.

**c) Fluxo sobre a superfície terrestre:**

- Positivo (precipitação menos evaporação);
- Resultam na vazão dos rios em direção aos oceanos.

**d) Fluxo vertical dos oceanos:**

- Negativo (maior evaporação que precipitação);

- Volume evaporado da superfície dos oceanos desloca-se para os continentes através do sistema de circulação da atmosfera e precipita, fechando o ciclo.

O ciclo hidrológico utiliza a dinâmica da atmosfera, resultando nos grandes reservatórios de água que são:

- Os oceanos ( $1,35 \times 10^5 \text{ m}^3$ );
- As geleiras ( $25 \times 10^5 \text{ m}^3$ );
- Os aquíferos ( $8,4 \times 10^5 \text{ m}^3$ );
- Os rios, lagos, biosfera e atmosfera (possui volumes insignificantes quando comparados com os demais reservatórios).

#### **6.4 Bacia Hidrográfica**

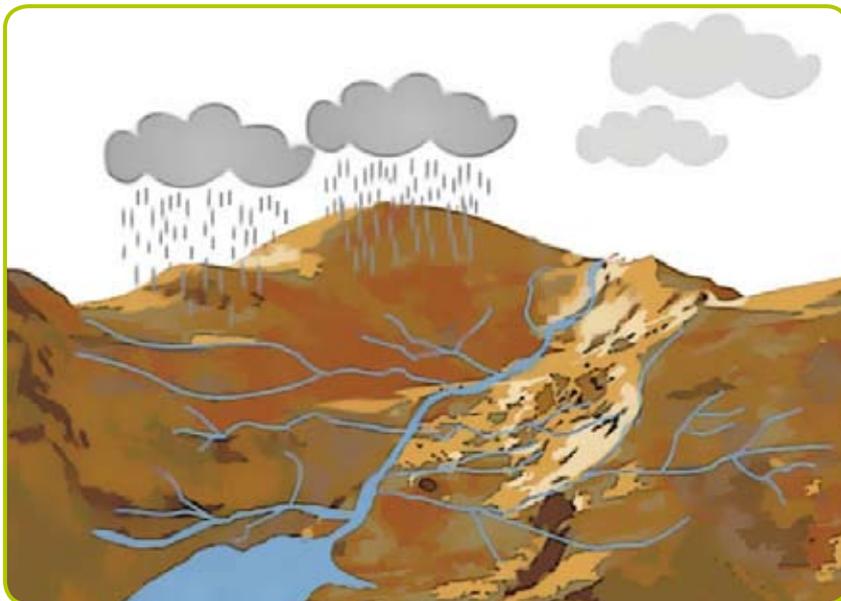
A etapa terrestre do ciclo hidrológico, onde ocorre o movimento da água nos continentes, constitui o que chamamos de bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica representa a área de captação da chuva delimitada pelos pontos mais altos do relevo, coletando a água do escoamento e direcionando, esta água, para um ponto de saída único (Figura 6.3).

A bacia hidrográfica é também chamada de bacia:

- De contribuição;
- De drenagem;
- Tributária ou vertente.

A bacia hidrográfica é definida fisicamente da seguinte maneira:

- Limitada pela linha de cumeada, em outras palavras, a linha formada pelo pico das montanhas que formam o divisor de águas.



**Figura 6.3** – Representação gráfica de uma bacia hidrográfica.

Desta forma, o divisor de águas

- Separa bacias hidrográficas vizinhas;
- Direciona a contribuição do escoamento superficial para a sua seção de “fechamento” ou exutório da bacia.

O entendimento dos processos hidrológicos que ocorrem no território definido pela bacia hidrográfica possibilita importantes considerações quanto aos aspectos ambientais nos planos de desenvolvimento e de crescimento ambientalmente sustentáveis.

Desta forma, podemos citar importantes considerações utilizando o conceito de bacia hidrográfica:

- A bacia hidrográfica é considerada a unidade espacial da gestão de recursos hídricos.
- O uso da água à montante (parte alta) da bacia repercute à jusante (parte baixa).
- A qualidade da água de mananciais de uma bacia hidrográfica é dependente do uso do solo na bacia e do controle exercido pelos seus habitantes sobre as fontes de poluição

## **6.5 Processos hidrológicos na bacia hidrográfica**

De uma maneira geral, podemos descrever o movimento da água na bacia hidrográfica segundo duas direções preponderantes: vertical

e longitudinal.

a) Na direção vertical, os processos hidrológicos são:

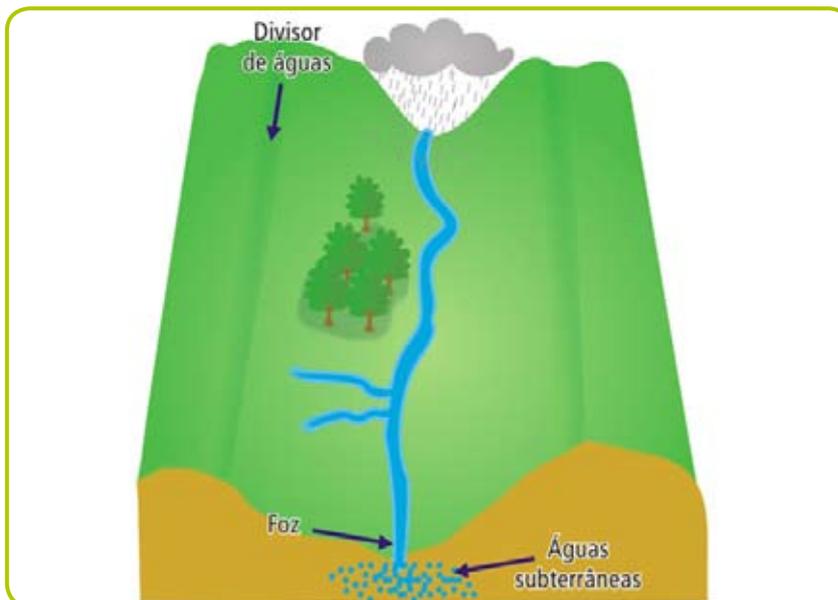
- Precipitação;
- Evapotranspiração;
- Umidade e fluxo da água no solo.

b) Na direção longitudinal (Figura 6.4), os processos hidrológicos são:

- Escoamento da água na direção dos pontos mais baixos do terreno;
- Escoamento superficial: ocorre na superfície;
- Escoamento subterrâneo: ocorre no subsolo.

Podemos considerar que o sistema representado pela vegetação-atmosfera:

- Influencia o ciclo hidrológico;
- Processo natural complexo.



**Figura 6.4** – Representação esquemática da bacia hidrográfica.

A dificuldade em representar os processos hidrológicos ocorre devido à grande heterogeneidade dos sistemas envolvidos, tais como:

- Grande variabilidade do solo;
- Grande variabilidade da cobertura vegetal;
- Ação das sociedades humanas.

## UNIDADE G

### USOS DA ÁGUA: ASPECTOS QUANTITATIVOS E ASPECTOS QUALITATIVOS

#### Introdução

Os usos da água podem ser caracterizados sob o ponto de vista de sua quantidade e de sua qualidade. Os aspectos quantitativos e qualitativos não podem ser dissociados. A qualidade da água é influenciada pela quantidade de água disponível para a dissolução, diluição e transporte dos outros elementos que compõe o ambiente e que estão em seu contato.

#### Objetivos

- Aquisição dos conceitos relacionados aos usos múltiplos da água;
- Proporcionar a tomada de uma posição consciente e participativa a respeito das questões relacionadas com a conservação e a adequada utilização dos recursos hídricos.

## 7 USOS DA ÁGUA: ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

### 7.1 Usos da água

A quantidade de água no mundo é igual e invariável. Portanto não podemos afirmar que sua quantidade está decrescendo, o que de fato temos de diferenciar é a quantidade disponível de água. Portanto, o que tem alterado é a sua disponibilidade. A água é como uma criança quando é mal tratada, ela simplesmente se afasta do agressor, e é mais ou menos isto que acontece com este recurso natural tão vital para nossa sobrevivência.

Quando impermeabilizamos o solo, a água infiltra com dificuldade e rapidamente é escoada pelos rios. Esta água termina por chegar ao oceano, ficando assim indisponível para nós. Se uma indústria lança seus efluentes em um manancial e este tem sua qualidade alterada, esta água também se torna indisponível.

O conhecimento dos aspectos relacionados à quantidade e qualidade dos recursos hídricos fornece subsídios fundamentais para que diretrizes e políticas públicas sejam implementadas visando a sustentabilidade do recurso hídrico. Para tanto, o estudo dos comportamentos, características, variações da disponibilidade da água são imprescindíveis para o gerenciamento, considerando os fatores, ambientais, socioeconômicos e culturais.

Ao disciplinar os usos e os volumes captados de água contribuimos para a racionalização da sua utilização, garantindo a igualdade a todos os setores da sociedade respeitando sempre o ambiente e a vida (Figura 7.1).

A água apresenta os mais variados usos. Desta forma, segundo Tucci (2004), em função das atividades econômicas, industriais e sociais da humanidade podemos citar como usos múltiplos da água:

- Abastecimento público;
- Consumo industrial;
- Matéria-prima para a indústria;
- Irrigação de cultivos agrícolas;
- Recreação;
- Dessedentação de animais;
- Geração de energia elétrica;
- Transporte;
- Diluição de despejos, e
- Preservação da flora e fauna.



**Figura 7.1** – Representação dos usos múltiplos da água.

De uma forma geral, podemos classificar os usos múltiplos da água sob o ponto de vista quantitativo e sob o ponto de vista qualitativo.

## **7.2 Usos quantitativos da água**

Os usos quantitativos da água podem ser classificados em uso consuntivo, não consuntivo e misto.

### **a) Consuntivos**

São os usos que retiram a água de sua fonte natural diminuindo sua disponibilidade quantitativa espacialmente/temporalmente. Exemplos: irrigação, indústrias que usam a água como insumo (bebidas);

### **b) Não consuntivos**

Usos que retornam a água à fonte de suprimento, sem fazer a sua retirada do manancial. Exemplos: usinas hidrelétricas, navegação;

### **c) Uso misto**

Usos que envolvem o uso consuntivo e não consuntivo. Exemplo: companhias de água e esgoto que captam a água bruta e retornam na forma de esgoto.

### 7.3 Usos qualitativos da água

#### a) Uso primário

Predominantemente consuntivo

Uso doméstico:

- Dessedentação;
- Preparo de alimentos;
- Lavagens domiciliares;
- Higiene pessoal.

Qualidade da água:

- Alta qualidade;
- Estações de tratamento de água.

Gestão da água tratada:

- Responsabilidade do poder público titular do serviço.

#### b) Uso secundário

Padrão de qualidade: o mesmo do uso doméstico.

Uso público:

- Parques e jardins;
- Combate aos incêndios;
- Chafarizes/fontes.

Uso industrial:

- Arrefecimento de processos industriais;
- Energia hidráulica.

#### c) Uso terciário

É a água bruta utilizada na própria fonte.

O padrão de qualidade exigido é inferior aos usos primário e secundário.

Limitação: não apresentar poluição e/ou contaminação.

Gerenciado pelos modelos de Gestão de Recursos Hídricos.

Usuários:

- Hidroeletricidade;
- Irrigação;
- Pecuária;
- Piscicultura;
- Pesca;
- Navegação;
- Mineração;
- Diluição de descargas;
- Uso terapêutico/recreação/esportes;
- Conservação de ecossistemas: uso não consuntivo relacionada com a preservação dos ambientes naturais.

## UNIDADE H

### ABASTECIMENTO DE ÁGUA, REÚSO DA ÁGUA E TRATAMENTO DE ESGOTOS

#### Introdução

No Brasil a água é um bem público e dotado de valor econômico que está presente em nosso dia a dia. Se nossa própria constituição corporal é água em sua maioria, logo este recurso é vital para nossa qualidade de vida. Então por que não a cuidamos? Por que a poluímos, se logo abaixo alguém irá bebê-la? Nossas atividades de trabalho a utilizam, para produção de alimentos, ela é fundamental. Então será que somos racionais? Poluímos para depois gastarmos dinheiro para despoluir. Que economia é esta? O fato é que sem água, a vida é um eterno deserto infrutífero.

#### Objetivos

- Possibilitar perceber a importância do tratamento de esgotos e reúso da água para a sustentabilidade ambiental;
- Contribuir para a percepção os efeitos nocivos que a falta de tratamento de esgotos pode causar ao meio ambiente;

## 8 ABASTECIMENTO DE ÁGUA, REÚSO DA ÁGUA E TRATAMENTO DE ESGOTOS

### 8.1 O abastecimento e tratamento dos recursos hídricos

O homem em sua ganância ao explorar a natureza cria distúrbios que alteram o equilíbrio do ecossistema. O símbolo do Taoísmo chinês representa a visão do yin e yang, onde mostra o equilíbrio e a dinâmica do universo, refletindo a interdependência das duas polaridades, que mesmo diferentes uma depende da outra, pois se complementam e se integram. Esta ótica pode ser uma maneira de entender como a natureza e seus ecossistemas (solo e água) devem funcionar e de como nós que estamos inseridos nele devemos agir.

As atividades humanas são potencialmente geradoras de poluição podendo ser ela difusa ou localizada, mas de igual maneira altera as características físicas, químicas e biológicas da água e do solo, dependendo da sua intensidade.

Um dos maiores problemas das áreas urbanas reside no abastecimento de água e tratamento de esgotos. O abastecimento de água é oneroso e o custo do tratamento das águas para deixá-las em condições de potabilidade é tanto maior quanto a carga de poluentes que se encontrarem no corpo hídrico de origem.

Para cada utilização existem padrões de qualidade pré-estabelecidos indicando a máxima concentração que um componente pode apresentar na água para um uso específico. Quanto maior a concentração de poluentes maior o gasto em equipamentos e reagentes químicos para tratar esta água.

No Brasil as águas são classificadas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) em doces, salobras e salinas e para cada uma, classes segundo o uso predominante (TUCCI et al., 2004).

Outro fator importante ambientalmente e que contribui principalmente para a economia de água, é o seu reuso. Águas utilizadas nos processos industriais ou agrícolas podem ser reutilizadas mediante um prévio tratamento para que adquira as condições qualitativas necessárias e serem utilizadas novamente no processo. Isto garante que o usuário em questão, retirará menos água do corpo hídrico deixando uma maior quantidade disponível para os demais.

Esta técnica é um tanto onerosa e aqui no Brasil é pouco utilizada, porém em países onde o recurso é escasso como, por exemplo, Israel e Espanha, a água é em grande parte reutilizada, no caso 75% e 12% respectivamente.

## 8.2 Abastecimento de água

As estações de tratamento de água são formadas pelas instalações e equipamentos que irão tornar fornecer água potável para a comunidade (Figura 8.1).



**Figura 8.1** – Vista de uma estação de tratamento de água.

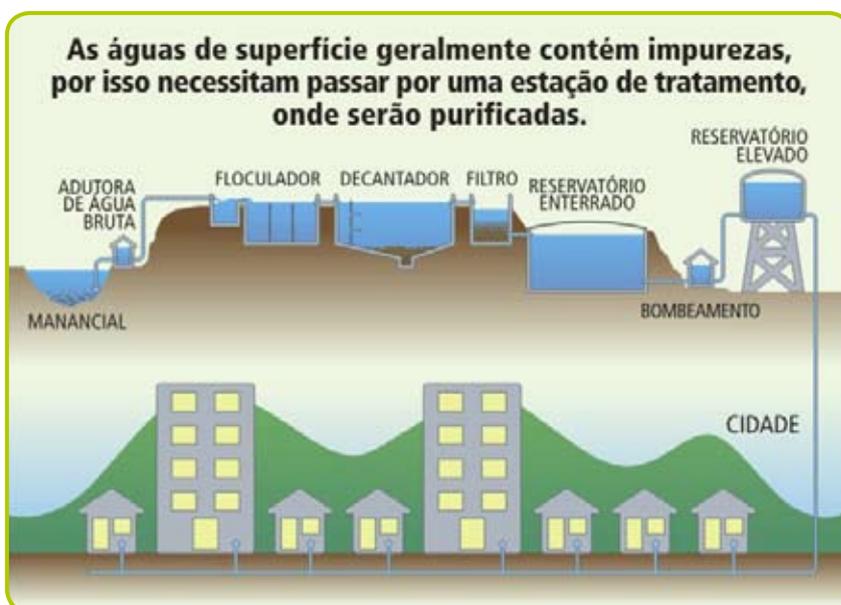
O uso sustentável dos recursos hídricos deve considerar a compreensão da existência e da importância da interdependência econômica, social, política e ecológica da captação de água para tratamento segundo os padrões de potabilidade exigidos pela comunidade e a sua posterior distribuição. Para isto, podemos tecer as seguintes considerações:

- Depende da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos disponível para captação na bacia hidrográfica;

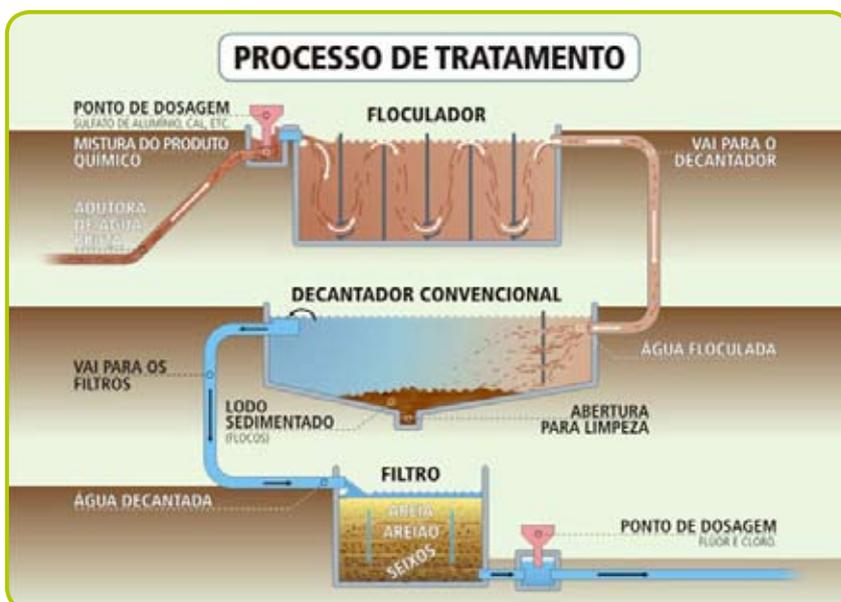
- Consumo humano: uso nobre e prioritário na gestão dos recursos hídricos;
- Segue padrões mínimos de qualidade;

**Fases do abastecimento de água (Figuras 8.2 e 8.3):**

- Captação da água bruta;
- Adução da água;
- Tratamento;
- Armazenamento;
- Distribuição.



**Figura 8.2** - Representação esquemática do tratamento e distribuição da água tratada.



**Figura 8.3** - Representação esquemática do processo de tratamento de água para abastecimento humano.

### 8.3 Reúso da água

A necessidade de reúso da água está relacionada com a busca de novas fontes para complementar quando se tem uma pequena disponibilidade hídrica. Esta alternativa supre as necessidades menos exigentes em qualidade da água, direcionando a de melhor qualidade para usos como o abastecimento doméstico ou consumo humano e animal.

Desta forma, as águas com menor qualidade, como o esgoto doméstico, podem ser fontes alternativas para usos menos restritivos. Evidentemente, a qualidade da água utilizada e a aplicação da água de reúso vão definir o tratamento recomendado, as exigências de segurança. Estes fatores influenciarão os custos envolvidos para o reúso da água.

O reúso da água depende de várias condições. Podemos citar:

- Decisão política;
- Disponibilidade técnica;
- Fatores econômicos;
- Fatores sociais;
- Fatores culturais.

### 8.4 Tratamento de esgotos

As águas de esgotos são provenientes das nossas atividades de higiene pessoal, lavagem em geral sendo constituído basicamente por material orgânico, detergentes, bactérias, vírus e nutrientes como fósforo e nitrogênio. Portanto o tratamento do esgoto possui para o meio ambiente uma relevância muito grande, pois se não tratado e em contato com outras águas, ou mesmo o solo, pode vir a contaminar o lençol freático (Figuras 8.2 e 8.3).

O volume gerado de esgotos é dependente do volume de água, sendo que os esgotos domésticos são formados por 99,9% de água e 0,1% por partículas sólidas insolúveis, gorduras, proteínas, nitrogênio, fósforo, enxofre, metais pesados, vermes, protozoários, bactérias, vírus, etc...(TUCCI et al., 2004).

Mas para que temos de tratar os esgotos, se a maioria dos centros urbanos não os tratam? Temos de trata-lo por dois motivos:

- Saúde humana;
- Meio ambiente.



**Figura 8.4** – Vista de uma estação de tratamento de esgoto.

Mas, quais são as etapas do tratamento de esgotos?

- Preliminar: retira o material mais grosseiro, com maior tamanho;
- Primário: remove o material em suspensão, que passam por um processo de floculação para decentarem formando o lodo primário;
- Secundário: remove o material que está dissolvido e que não possui capacidade de sedimentação.
- Terciário: faz a remoção dos nutrientes, organismos patogênicos e metais pesados. É o tratamento de acabamento.



**Figura 8.5** – Vista de uma estação de tratamento de esgoto.

## UNIDADE I

### RELAÇÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS EM ÁGUA E SOLO

#### Introdução

Um dos princípios básicos da educação ambiental é considerar o meio ambiente em sua totalidade. Isto significa considerar os seus aspectos naturais e os aspectos político, social, econômico, científico, tecnológico, histórico, cultural, moral e estético da sociedade humana.

O nosso modelo de desenvolvimento necessita de mudança, velhas receitas não são mais aceitas e nem mesmo se adequam a situação que atualmente vive o meio ambiente. Procurar entender e conhecer os processos que regem e trazem equilíbrio ao meio ambiente é parte do processo de mudança, mas para isso devemos estar conscientes de que nós mesmos é que criamos esse cenário.

#### Objetivos

- Contribuir para a percepção das formas de acesso e apropriação da água e do solo pelos indivíduos em função dos aspectos político, social, econômico, científico, tecnológico, histórico, cultural, moral e estético da sociedade.

- Analisar as relações sociais, econômicas e ambientais em água e solo contribuindo para o desenvolvimento de sociedades sustentáveis e o desenvolvimento humano sustentável.

## 9 RELAÇÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS EM ÁGUA E SOLO

### 9.1 Uso da água e do solo e o desenvolvimento econômico

De uma forma geral, podemos considerar que o

- Potencial de desenvolvimento de uma sociedade depende da base de recursos naturais.
- Tipo e grau de desenvolvimento afetam diretamente a base de recursos naturais.

Portanto

- existe forte interação entre os meios socioeconômico e físico.

Nas últimas décadas ocorreram mudanças:

- Mudanças na visão da importância do meio ambiente
- Maior atenção à crise ambiental com a crise do petróleo (início da década de 70)
- Movimento de crítica à própria organização da sociedade estabelecida

Podemos perceber como manifestações da crise atual a

Degradação ambiental: representada pela escassez de recursos naturais, saturação do meio como receptor dos rejeitos das atividades econômicas.

Os problemas de degradação da água e do solo resultam fundamentalmente da combinação (Figura 9.1):

- Crescimento exagerado das demandas localizadas;
- Degradação da qualidade das águas.
- Manejo incorreto do solo
- Ocupação desordenada do solo.



**Figura 9.1** – Problemas de água e solos gerados pelo desenvolvimento urbano.

Entre as causas podem ser apontadas o aumento desordenado dos processos de:

- Urbanização;
- Industrialização;
- Expansão agrícola.

Associando as dimensões socioculturais e econômicas, podemos considerar a face político-institucional da crise altamente vinculada aos sistemas de poder que vão determinar:

- a posse;
- a distribuição e
- o uso dos recursos naturais (ex.: água e solo).

Entre as outras causas da degradação ambiental estão o crescimento da população mundial e o modo de exploração dos recursos naturais que ocasionam:

- Intensidade de exploração crescente;
- Ponto de exaustão dos ecossistemas explorados pelos processos de transformação;
- Crescente perda de eficiência dos processos produtivos;
- Formação de resíduos;
- Rendimentos cada vez menores.

Desta forma podemos considerar que a crise ambiental representa a

- Contrapartida da “melhoria” do padrão de consumo da população atual.

## 9.2 Desenvolvimento sustentável

Desenvolvimento sustentável:

Processo de

- satisfazer as necessidades das comunidades presentes e futuras
- sem comprometer os limites de capacidade de suporte dos ecossistemas
- respeitando a manutenção dos seus processos vitais e suas atividades humanas.

Assim, podemos descrever o desenvolvimento sustentável como a relação harmoniosa com a natureza minimizando a destruição dos recursos naturais e a degradação ambiental sem causar desestruturação sócio-cultural da humanidade.

Devemos ter em consideração que o termo sustentável tende a fazer supor um sistema auto-suficiente em total equilíbrio.

Mas do ponto de vista energético

- não é possível um sistema totalmente sustentável
- existe um grau de degradação e de produção de resíduos.

### DESAFIO

Buscar

- Maior grau possível de sustentabilidade
- Respeitar as limitações de regeneração da natureza

### 9.3 Premissas básicas do uso sustentável da água e do solo

Desenvolvimento econômico:

- Ocasional aumento das demandas de recursos hídricos e dos solos;

Aumento populacional:

- Necessidade de maior disponibilidade de recursos hídricos para consumo direto e ocupação do solo;
- Força o aumento de investimentos na economia (criação de empregos, produção de bens e serviços) ocasionando maior demanda sobre a água e o solo como bens intermediários.

Expansão da agricultura:

- Consumo regional de recursos hídricos para irrigação;
- Destinação do uso do solo para agricultura (Figura 9.2).



Figura 9.2 – Uso do solo para agricultura.

Pressões regionais:

- Reivindicações por igualdade nas condições inter-regionais de desenvolvimento econômico, qualidade ambiental e bem-estar social.

Mudanças tecnológicas:

- Ocasionam necessidades específicas sobre os recursos hídricos;
- Proporcionam novas técnicas construtivas e de utilização da água e do solo.

Mudanças sociais:

- Novos tipos de necessidades e demandas;
- Modificam o padrão das necessidades e demandas atuais das águas;
- Urbanização (Figura 9.3);
- Maior concentração espacial das demandas sobre os recursos hídricos;
- Impermeabilização do solo ocasionando as enchentes urbanas.



**Figura 9.3** – Obras de contenção das margens de um curso d'água em uma área urbanizada.

Necessidades sociais:

- Modificação dos hábitos e costumes da sociedade.

Necessidades ambientais:

- Exigências com a qualidade ambiental;

- Aprovação de legislação mais rigorosa condicionando o uso da água e os impactos ambientais dos recursos hídricos.

Incertezas:

- Quando, como, onde, quanto – existem incertezas para a definição de necessidades e demandas para o planejamento. Vamos considerar o planejamento como as decisões que tomamos agora para termos as conseqüências no futuro.

#### 9.4 Cidadania e as relações com a água e solo

O agravamento dos problemas ambientais faz com que as questões ambientais assumam dimensões políticas. Torna-se, portanto, um exercício de cidadania (Figura 9.4).



**Figura 9.4** – Abandono de lixo à margem de uma rodovia.

Os problemas locais e gerais ocasionados pela degradação ambiental condicionam:

- As relações entre o meio e a democracia;
- A pobreza;
- As desigualdades internacionais;
- A fome;
- A produção industrial;
- O parcelamento do solo;

- A produção científica

Em uma relação que envolve:

- Os poderes;
- As relações de força entre os grupos sociais.

## 9.5 Inter-relação ser humano-natureza

A abordagem que valoriza os aspectos biológicos e físicos constituindo a base natural do meio humano associado intimamente às dimensões socioculturais e econômicas e os valores éticos possibilitam definir as orientações e os instrumentos com os quais a humanidade poderá compreender e utilizar os recursos da natureza (Figura 9.5).

Portanto, esta abordagem considera

- Totalidade dinâmica;
- Um e outro são personagens ativos que contracenam e dependem um do outro.

A existência social de uma cidadania ambiental busca a realização de direitos ambientais via ação política organizada.

Como?

- Busca de espaços políticos para a concretização dos princípios e práticas do exercício de uma cidadania ambiental;
- Produção de novas práticas sociais;
- Expressão de novas formas de conduta;
- Introdução de novos paradigmas no conhecimento e nas práticas sociais.

A questão ambiental impõe

- Reflexão sobre o papel e a natureza do ser humano;
- Transcender do papel de dominador para o de convivente.

“O mundo não nos foi presenteado por nossos antepassados,  
mas emprestado por nossos filhos”.

Provérbio Africano



**Figura 9.5** – O uso da água e do solo necessita do entendimento da natureza complexa do ambiente.

## UNIDADE J

### ESTRATÉGIAS DE ENSINO E DIVULGAÇÃO DAS RELAÇÕES SOLO-ÁGUA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL

#### Introdução

A educação ambiental busca proporcionar aos indivíduos a possibilidade de adquirir os conhecimentos, o sentido dos valores, o interesse ativo e as atitudes necessárias para protegerem e melhorarem o meio ambiente. Procura induzir, nos indivíduos e na sociedade, novas formas de conduta nas suas ações sobre o ambiente.

A importância da difusão dos conhecimentos gerais e especializados, como da água e solo vinculando as suas relações ao meio ambiente, reside na contribuição para a tomada de consciência dos indivíduos para as complexas questões ambientais necessárias para o desenvolvimento econômico e a utilização racional dos recursos do ambiente.

#### Objetivos

- Desenvolver o senso crítico e as habilidades necessárias para as ações diante à complexidade dos problemas ambientais vinculados ao solo e a água
- Proporcionar a percepção para a utilização de diversos ambientes educativos e uma ampla gama de métodos para comunicar e adquirir conhecimentos sobre o ambiente acentuando devidamente as atividades práticas e as experiências pessoais

## 10 ESTRATÉGIAS DE ENSINO E DIVULGAÇÃO DAS RELAÇÕES SOLO-ÁGUA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL

“O trabalho do educador, do professor tornado educador,  
é esse trabalho de interpretação do mundo,  
para que um dia este mundo não nos trate mais como objetos  
e para que sejamos povoadores do mundo...”

Milton Santos

### 10.1 Algumas abordagens para definir estratégias

As estratégias de ensino e divulgação das relações que envolvem a água e o solo, compreendidas no contexto da complexidade do ambiente, podem ser direcionadas na promoção do diálogo e a troca de saberes. Incentivar a busca de respostas além do tradicional e do utilitário, fundamentado na idéia do cuidado com o ambiente. O indivíduo deve ser sensibilizado para a participação e responsabilidade no desenvolvimento de uma sociedade sustentável.

A adoção de metodologias participativas proporcionando a união das realidades social, econômica, política, cultural, ecológica, científica e tecnológica podem ser direcionadas para as transformações empoderadoras dos indivíduos e grupos. Assim, difundir a compreensão da natureza complexa do ambiente, como exemplo, as relações da água e do solo e o meio, deve contribuir para o desafio da construção de uma sociedade sustentável. Adota-se, portanto, estratégias que valorizem a perspectiva de uma educação ambiental centrada na formação do sujeito crítico, capaz de efetuar uma leitura do mundo contextualizada histórica, social e politicamente.

Busca-se, assim, constituir processos contínuos e permanentes, considerando todas as etapas do ensino formal e não formal, na promoção de indivíduos compreendendo suas relações com a questão ambiental; e, ainda, capaz de se mobilizar e se empoderar, desencadeando uma ação transformadora, ativa nos ambientes de vida ao qual pertence.

Um dos princípios básicos da educação ambiental é constituir um processo contínuo e permanente, através de todas as fases do ensino formal e não-formal com o objetivo de ajudar os indivíduos e grupos sociais a:

- Sensibilizarem-se e a adquirirem consciência do meio ambiente global e suas questões.
- Adquirirem diversidade de experiências e compreensão fundamental sobre o ambiente e seus problemas.
- Comprometerem-se com uma série de valores, sentirem inte-

resse pelo ambiente e participarem da sua proteção e melhoria.

- Adquirirem as habilidades necessárias para identificar e resolver problemas ambientais.
- Possibilitar a participação ativa em tarefas que têm por objetivo resolver os problemas ambientais.

## 10.2 Alguns aspectos da legislação

Vamos buscar a contribuição da legislação.

A Lei nº- 9.795/99, que aponta os princípios e objetivos para a prática pedagógica e para as atividades de formação de professores em Educação Ambiental estabelece:

*Art. 4º- São princípios básicos da educação ambiental:*

- I – o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;*
  - II – a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;*
  - III – o pluralismo de idéias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;*
  - IV – a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;*
  - V – a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;*
  - VI – a permanente avaliação crítica do processo educativo;*
  - VII – a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;*
  - VIII – o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.*
- [...]

*Art. 5º- São objetivos fundamentais da educação ambiental:*

- I – o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;*
- II – a garantia de democratização das informações ambientais;*
- III – o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;*
- IV – o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor insepará-*

*vel do exercício da cidadania;*

*V – o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;*

*VI – o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;*

*VII – o fortalecimento da cidadania, da autodeterminação dos povos e da solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.*

Assim, a educação ambiental, e no caso particular, o ensino e a divulgação das relações da água e solo devem desenvolver atitudes e posturas éticas em relação à questão ambiental e favorecer a reflexão sobre elas; desenvolver capacidades ligadas à participação, à responsabilidade, à solidariedade, à tolerância e à negociação, em busca de um consenso em relação ao uso e à ocupação da natureza e do meio ambiente, respeitando as diferentes formas de vida e dos indivíduos. Enfim, deve incentivar a busca do bem-estar de todos.

As propostas de Educação Ambiental valorizam as inter-relações das experiências e vivências dos indivíduos. Os objetivos desta proposta é a necessidade de tornar os indivíduos capazes de:

- Compreender a cidadania como participação social e política. Assim como exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais adotando, no dia-a-dia, atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito;
- Posicionar-se de maneira crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações sociais, utilizando o diálogo como forma de mediar conflitos e de tomar decisões coletivas.

Desta forma, o grande desafio para os educadores é atingir esses objetivos. O ensino e divulgação das relações solo-água em educação ambiental deve buscar o incentivo aos indivíduos para uma compreensão crítica e global do ambiente. Para, desta forma, elucidar valores e desenvolver atitudes que lhes permitam adotar uma posição consciente e participativa a respeito das questões relacionadas com a conservação e a adequada utilização da água e do solo.

### **10.3 Ações do cidadão nas questões de água e solo**

- Valorização de profissionais especializados;
- Atividade profissional;
- Participação institucional;
- Divulgação de informações;
- Defesa da ordem pública;
- Encaminhamento de denúncias;
- Participação comunitária e política;
- Educação;
- Conscientização.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água: o desafio para o próximo milênio**. Brasília: MMA/SRH/ANA, 2001. 190 p.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 2ª ed.

CAPRA, F. **As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. São Paulo: Cultrix, 2005. 4ª ed.

\_\_\_\_\_. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 2004. 9ª ed.

\_\_\_\_\_. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 2004. 25ª ed.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006. 45ª ed.

GUATTARI, F. **As três ecologias**. Campinas, SP: Papyrus, 2001. 12ª ed.

MÜLLER, J. Água, patrimônio de todos! In: **Manual do agente preven-  
cionista**. 1. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2005, p. 47-55.

PAIM, P. R. Comitê de bacia hidrográfica e o valor social da água. A síntese do novo. In: **Manual do agente prevencionista**. 1. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2005, p. 66-69.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri, SP: Manole, 2004.

RIO GRANDE DO SUL. **Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul**. [Porto Alegre]: [2007], 66 p. Disponível em: [http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/Relatorio%20Anual\\_completo\\_210207.pdf](http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/Relatorio%20Anual_completo_210207.pdf) . Acesso em : 5 dez. 2007.

ROMANO FILHO, D.; SARTINI, P.; FERREIRA, M. M. **Gente cuidando das águas**. 2.ed. Belo Horizonte. Mazza Edições. 2004. 208p.

SETTI, A. A. et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. CD-ROM

STRECK, E. V.; KAMPF, R. S. D.; DALMOLIN, E.; KLAMT, P. C.; NASCIMENTO, P.; SCHNEIDER. 2008. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER-RS/UFRGS.

TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3ª ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2004. 943 p.

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. (Org.) **Clima e recursos hídricos no Brasil**. 1. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. 348 p.(Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.9)

FERRARO JÚNIOR, L. A. (Org.) **Encontros e Caminhos: Formação de Educadoras(es) Ambientais e Coletivos Educadores**. Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005. 358 p.