

Summary of the Training Material on Environmental Education for the Teachers

A written material was provided to all of the teachers who participated in the training session of the Environmental Education Programme. The material was distributed at the closing session which took place on 17 August 2005. Along with the material, each of the teachers also received a certificate.

The reason why the material was distributed after the training took place was because it was elaborated in a participatory way and several drafts were elaborated. The first draft was written by Project team members and discussed with the teachers. A revised draft was distributed among the teachers for them to read and make comments. The main reason for that was because the Project team wanted to elaborate a material to serve as a guideline for the teachers, in the form of a consultation book. Therefore, the teachers' opinion about it was very important. Furthermore, the material served as the basis for the preparation of a publication for the students.

The teachers' material consists of a document of 82 pages with all of the content dealt with during the training session and a list of references and sites to be consulted.

The table of contents is the following:

1. Introduction
2. The Conceptual Basis for Environmental Education
3. The Environmental Education Programme and the Sustainable Use of Groundwater in the Context of the KaR Project
4. Water in the World
5. Water in Brazil
6. The Brazilian Semi-Arid Region and the Problem of Water Scarcity
7. Water Resources and the Environment
8. The Hydrographic Basin
9. The Management and Conservation of the Soil
10. Monitoring Activities
11. The Importance of Participation to the Organisational and Institutional Management of Water
12. Conclusions
13. References and Suggested Bibliography

Summary of the Publication for the Students

A material entitled **Environmental Education Programme on Land and Water** was published to be used by the students with the guidance of the teachers. The book consists of 72 pages and was elaborated on the basis of the training material prepared for the teachers. Maria da Paz Silva de Macedo, SD Project Assistant and Education Specialist, worked on the text and put the information contained in the teachers' training material into a language which was attractive to the students. Most of it was translated into popular poetry known in the Region as "*Literatura de Cordel*". The document presents the information through an interdisciplinary perspective. For each of the subjects dealt with, the book suggests several exercises and activities for the students. The illustration of the material was done, especially for the book, by students from the school Maria Aliete de Freitas Macedo, located in the community of Salobro, in the municipality of Pesqueira. The teachers participated on the elaboration of the material by working with the students on the content of the book prior to its publication. Teachers had therefore the opportunity to providing feedback on the document. The material is, therefore, an important contribution the Project will leave to students and teachers and will certainly contribute to the sustainability of the Project. The content of the book is the following:

1. Water in the World
2. The Brazilian Semi-Arid Region
3. Water Resources and the Environment
4. The Management and Conservation of the Soil
5. The Importance of Participation to the Organisational and Institutional Management of Water
6. Conclusions
7. Consulted Bibliography

A copy of the publication is included as a separate (printed) document.

**PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM
ENFOQUE NA ÁGUA SUBTERRÂNEA**

**APOIO DO PROJETO
O USO SUSTENTADO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS
VALES ALUVIAIS DO AGRESTE SEMI-ÁRIDO**

**Apostila preparada para o(a)s Professores(a)s das áreas
contempladas pelo Projeto KaR/DFID**

Pesqueira, agosto de 2005

Apresentação

A preparação desta Apostila foi realizada entre as várias ações do Projeto KaR/DFID “O Uso Sustentado da Água Subterrânea nos Vales Aluviais do Agreste Semi-Árido”, o qual tem como um dos seus principais objetivos a educação da população sobre a importância do manejo adequado da água subterrânea, para um melhor uso deste recurso e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida do(a)s seus usuário(a)s. Através da educação, acredita-se que seja possível alcançar a sustentabilidade das ações. Daí a grande importância da implementação do Programa de Educação Ambiental com enfoque na Água Subterrânea, entre as ações do Projeto KaR/DFID, uma vez que o Projeto tem interesse em preparar a população para dar continuidade as ações implementadas durante o seu andamento, após o mesmo seja concluído.

Esta Apostila faz parte do processo de Capacitação do(a)s professor(a)s das áreas contempladas pelo Projeto e é fruto de uma construção coletiva, da qual participaram os membros da equipe do Projeto, o(a)s professor(a)s e alguns agricultores que irão participar ativamente da implementação do referido Programa, como educadores, ao lado do(a)s professor(a)s. O saber local é valorizado e agregado ao conhecimento científico e tem o objetivo de preparar o(a)s aluno(a)s para o manejo sustentado da água.

Vale registrar a grande contribuição do Coordenador Geral do Projeto, Jan van Wonderen, o qual, com grande entusiasmo, pensou e sugeriu o caminho por onde deveríamos iniciar a nossa caminhada como também, a maravilhosa experiência que tivemos com o(a)s professor(a)s, o(a)s quais, com grande dedicação, mostraram seu profundo conhecimento sobre educação sobretudo, educação rural, e a realidade em que vivem e, dessa forma, deram uma contribuição de extrema valia. Esperamos, portanto, que esta Apostila lhes seja muito útil na bela e importante missão de formarem o(a)s aluno(a)s, agentes de mudança, no sentido de conservarem e cuidarem desse precioso recurso que é a água.

Equipe do Projeto KaR/DFID

Índice

1. Introdução

2. Educação Ambiental e sua Conceituação

3. O Programa de Educação Ambiental e o Uso Sustentado da Água Subterrânea no Contexto do Projeto KaR/DFID

4. Água no Mundo

5. Água no Brasil

5.1 Captação de Água de Chuva no Semi-Árido

6. O Semi-Árido Brasileiro e a Problemática da Água

6.1 Características da Região Semi-Árida

6.2 O Fenômeno das Secas

6.3 Migração

6.4 Medidas de Convivência

6.4.1 Cisterna

6.4.2 Barragem Subterrânea

6.4.3 Irrigação de Salvação

6.4.4 Barreiros

7. Fontes de Água e o Meio Ambiente

7.1 O Ciclo Hidrológico

7.1.1 Etapas

7.1.2 Influências do Meio Ambiente

7.2. Fontes de Água

7.2.1 Água Subterrânea

7.2.2 Água Superficial

7.2.3 Relação entre a Água Subterrânea e a Água de Superfície

7.2.4 Fatores de Influência

7.3. Manejo Sustentado das Fontes

7.4. Água e Poluição

7.5. Água e o Corpo Humano

7.5.1 Importância

7.5.2 Saúde

7.5.3 Doenças

7.5.4 Tratamento

7.6 Usos Múltiplos da Água

7.6.1 Tipos

7.6.2 Considerações

8. Bacia Hidrográfica

8.1 Definição

8.2 Comitês de Bacia

9. Manejo e Conservação do Solo

9.1 Importância

9.2 Características do Solo

9.2.1 Perfil do Solo

9.2.2 Composição do Solo

9.2.3 Textura do Solo

9.2.4 Estrutura do Solo

9.2.5 A Profundidade ou Espessura do Solo

9.3 Irrigação

9.3.1 Consumo de Água na Irrigação

9.3.2 Tipos de Irrigação

9.3.3 Tipos de Irrigação Superficial

9.3.4 Tipos de Irrigação Pressurizada

9.3.5 Problemas Causados pelo Mau Uso da Água na Irrigação

9.4 Práticas de Conservação

9.4.1 Cobertura Morta

9.4.2 Plantio em Curva de nível

9.4.3 Plantio em Faixa de Retenção

9.4.4 Rotação de Culturas

9.4.5 Construção de valetas

9.4.6 Enleiramento em Nível

9.4.7 Projeto Base Zero

9.4.8 Plantio Direto

9.4.9 Terraceamento

9.4.10 Adubação Verde

9.4.11 Agricultura orgânica

10. Atividades de Monitoramento

10.1 Dispositivos de Mediação

11. A Importância da Participação e da Organização na Institucionalização da Gestão da Água

12. Considerações Finais: Educação Ambiental como um Veículo para o Exercício da Cidadania

13. Referências Consultadas e Sugestões de Bibliografia para Consulta

13.1 Áreas Social e Educacional

13.2 Área Técnica

1. Introdução

O projeto “O Uso Sustentado da Água Subterrânea nos Vales Aluviais do Semi-Árido do Nordeste do Brasil”, foi iniciado em novembro de 2003. O referido projeto conta com o apoio financeiro do DFID – Departamento de Desenvolvimento Internacional do Reino Unido e com o apoio técnico-científico de várias Instituições brasileiras e britânicas entre elas, a UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco, a UFPE - Universidade Federal de Pernambuco, a Mott McDonald e a Universidade de Birmingham. O projeto versa sobre o manejo adequado da água subterrânea e tem como objetivo a redução da pobreza em áreas semi-áridas sujeitas à escassez de água, através do uso sustentado de fontes de água subterrânea. O projeto visa, também, a redução da degradação das fontes de água e a promoção do uso de água limpa na esfera doméstica e na produção agrícola para a população menos favorecida da zona rural.

Entre suas metas, o projeto é voltado para a disseminação de métodos que contribuirão para aumentar a capacidade das comunidades rurais do semi-árido e, dessa forma, ajudá-las a alcançar o uso sustentado de fontes de água subterrâneas para a produção agrícola e as necessidades domésticas. As ações estão sendo implementadas, portanto, em comunidades rurais, sendo as mesmas: Rosário/Mimoso, Campo Alegre, Mutuc e Mimoso Seco bem como, na área indígena Xukuru. Estas áreas comunidades estão localizadas, em sua grande maioria, no município de Pesqueira, entretanto, algumas são encontradas nos municípios de Belo Jardim e Jataíba.

O Projeto tem enfoque na sustentabilidade do uso da água subterrânea na esfera rural. Conseqüentemente, todas as ações implementadas no âmbito do mesmo são voltadas ao desenvolvimento na zona rural.

O uso sustentado, em longo prazo, da água subterrânea através do manejo por parte das comunidades, contribuirá para uma grande melhoria da qualidade de vida da população e promoverá os seguintes avanços:

1. o empoderamento das comunidades baseado numa maior compreensão sobre o manejo da água subterrânea;
2. a redução da vulnerabilidade através de um melhor aproveitamento das fontes de água em nível doméstico e na produção agrícola, particularmente durante períodos de secas severas;
3. a redução do impacto ambiental referente à exploração descontrolada de fontes de água subterrânea (salinização do solo e da água e o estresse na vegetação natural acarretado pelo declínio no nível da água subterrânea).

Diante das suas metas e dos seus objetivos, o projeto beneficiará, de várias formas, a população rural contemplada, uma vez que sensibilizará o(a)s agricultore(a)s sobre as vantagens do manejo adequado de fontes de água subterrânea, e as implicações negativas do seu uso desordenado no contexto da variabilidade climática e hidrológica. Outro aspecto importante é o empoderamento das comunidades no sentido do monitoramento e do manejo coletivo das fontes de água subterrânea.

Nesse contexto, as ações do projeto são centralizadas em quatro temas que servem como eixos norteadores, a partir dos quais se desdobram várias vertentes. Os quatro temas centrais são:

1. Armazenamento e Uso Doméstico da Água
2. Água para a Agricultura
3. Manejo do Solo para um maior Aproveitamento e Retenção da Água
4. Aspectos Institucionais e Organizacionais do Manejo da Água Subterrânea

Estes temas são trabalhados com as comunidades de forma participativa, tendo em vista o caráter participativo do projeto. A disseminação de informação ocorre não apenas por parte dos técnicos, mas em vários sentidos, uma vez que o conhecimento local é considerado de grande relevância e que novas informações não são impostas, mas construídas democraticamente através do apoio da equipe técnica/social, e partindo do conhecimento já existente por parte do(a)s membros das comunidades. A importância dada à participação é, portanto, um dos aspectos mais relevantes do projeto, considerando que o respeito aos agricultore(a)s é a base para a construção da cidadania, o seu empoderamento e a sustentabilidade das ações.

Partindo do ponto de que a água é fundamental para a vida do ser humano e do Planeta, o manejo adequado deste recurso se apresenta como imprescindível para a sobrevivência. Para que isto ocorra, entretanto, é necessário que haja um conhecimento das formas corretas de como manejar este recurso. A água subterrânea consiste em uma fonte de grande relevância, sobretudo, para a região semi-árida. Diante deste fato, um conhecimento sobre o seu manejo torna-se imprescindível para o seu uso sustentado.

A Agenda 21, documento de suma importância ao tratar da questão ambiental, apresenta várias seções sobre a Água, considerando a grande necessidade de conservar e preservar esse recurso. O referido documento explicita, também, a importância da participação da população para com o cuidado do meio ambiente. É através da participação que se pode promover a sustentabilidade das ações implementadas. Nesse sentido, a educação desempenha um papel extremamente relevante. A reconhecida importância do papel da educação no contexto ambiental tem contribuído para o surgimento da área de Educação Ambiental, a qual tem tido um destaque especial no cenário educacional brasileiro.

Em se tratando do Manejo da Água no contexto da Educação Ambiental, não podemos ignorar a importância do exercício da cidadania para que se obtenha bons resultados. É apenas através da conscientização da população que é possível alcançar bons resultados no manejo ambiental. A educação, portanto, é o veículo mais importante neste processo de conscientização. Uma vez conscientizado quanto aos seus direitos e deveres no tocante ao manejo da água, o indivíduo tem condições de se organizar e se engajar na gestão coletiva das fontes de água. Como resultado dessas ações, torna-se possível o exercício da cidadania.

Este projeto apresenta-se como uma oportunidade excelente para beneficiar a população rural das áreas contempladas, pois é cuidando da nossa água que podemos mantê-la e garantir o nosso futuro. O referido Projeto visa a implementação de um Programa de Educação Ambiental, com base na sustentabilidade da água subterrânea. Foi firmada, portanto, uma parceria entre a equipe do Projeto KaR e as Secretarias de Educação dos municípios de Pesqueira e de Jataúba bem como, com o povo indígena Xukuru, o que certamente produzirá muitos frutos e beneficiará a todo(a)s, através do processo educativo.

2. Educação Ambiental e sua Conceituação

A Educação Ambiental apresenta-se como um novo enfoque da educação, preocupada com a problemática ambiental, a partir de um contexto de discussão ecológica de caráter político-social, em que se preocupa compreender a relação ser humano-ambiente, a fim de melhorar a qualidade de vida da humanidade. Podemos considerar, portanto, a educação ambiental como um processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu ambiente e tornam-se aptos a agir individual e coletivamente no sentido de resolver problemas ambientais presentes e futuros.

As definições de Educação Ambiental apresentadas acima refletem os seguintes pontos:

- a educação ambiental deve ser concebida como processo;
- a educação ambiental necessita de objetivos precisos;
- a educação ambiental deve possuir valores específicos;
- a educação ambiental requer enfoques interdisciplinar e participativo;
- a educação ambiental apresenta, ao mesmo tempo, perspectivas individual e coletiva.

Para melhor se compreender a evolução da educação ambiental, procedemos a um recorte em seus antecedentes históricos das últimas cinco décadas, visando a destacar alguns acontecimentos importantes, como conferências e congressos, que geraram documentos oficiais a respeito de diretrizes, normas e conceitos.

No processo de construção conceitual, de pressuposto, objetivos e metodologias para a educação ambiental, a Conferência de Tbilisi vem sendo apresentada como um marco referencial na discussão em torno dessa temática. Ela apresenta algumas considerações das quais reconhece que a educação ambiental é o direito a que todas as pessoas deveriam ter para lhes proporcionar a possibilidade de adquirir os conhecimentos, o sentido dos valores, o interesse ativo e as atitudes necessárias a fim de protegerem e melhorarem o meio ambiente, sem esquecer que a educação ambiental contribuirá para consolidar a paz.

O documento elaborado em Tbilisi definiu as seguintes orientações quanto às finalidades da Educação Ambiental:

- a) mostrar com clareza as interdependências econômicas, políticas e ecológicas em zonas urbanas e rurais;
- b) contribuir para que se perceba claramente a importância do meio ambiente nas atividades de desenvolvimento econômico, social e cultural;
- c) favorecer, em todos os níveis, a participação responsável e eficaz da população na concepção das decisões que põem em jogo a qualidade do meio natural, social e cultural;
- d) proporcionar a todas as pessoas a possibilidade de adquirir conhecimentos, o sentido dos valores, atitudes, interesse ativo e aptidões necessárias à proteção e à melhoria do meio ambiente;
- e) recomendar novas formas de conduta aos indivíduos e à sociedade como um todo, com relação ao meio ambiente.

Em se tratando da Educação Ambiental no contexto brasileiro devemos levar em consideração uma série de fatores. No sentido de legitimar e garantir a implementação da educação ambiental no Brasil, foram tomadas várias medidas legais até se estabelecer a Política Nacional de Educação Ambiental. Para o cumprimento do preceito constitucional, criaram-se posteriormente instrumentos legais (leis, decretos, portarias) nos âmbitos federal, estadual e municipal. A propósito, durante o processo de elaboração da Lei N. 9.795, de 27 de abril de 1999, foram consultadas universidades de todo o país, órgãos do governo, como MEC, IBAMA, MMA, Secretarias Estaduais do Meio Ambiente e diversas organizações não-governamentais. E ainda: mais de 300 entidades enviaram as suas sugestões para que o texto final pudesse ser concluído.

Com a intenção de superar os limites apresentados na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 92 e reconhecendo formalmente que a Educação Ambiental não estava consolidada como política pública no País, até então, em 1994 o Ministério de Educação e o Ministério do Meio Ambiente, com a colaboração do Ministério da Cultura e do Ministério da Ciência e Tecnologia, aprovaram o PRONEA – Programa Nacional de Educação Ambiental – definido pelas seguintes linhas de ação:

1. educação ambiental através do ensino formal (capacitar os sistemas de ensino formal, supletivo e profissionalizante);
2. educação no processo de gestão ambiental (levar gestores públicos e privados a agirem em concordância com os princípios da Gestão Ambiental);
3. realização de campanhas específicas de educação ambiental para usuários de recursos naturais (conscientizar e instrumentalizar usuários de recursos naturais, promovendo a sustentabilidade no processo produtivo e a qualidade de vida das populações);
4. cooperação com o(a)s que atuam nos meios de comunicação e com o(a)s comunicadore(a)s sociais (viabilizar a cooperação);
5. articulação e integração das comunidades em favor da educação ambiental (mobilizar iniciativas comunitárias adequadas à sustentabilidade);
6. articulação intra e interinstitucional (promover a cooperação no campo da educação ambiental);
7. criação de uma rede de centros especializados em educação ambiental, integrando universidades, escolas, profissionais, centros de documentação em todos os Estados da Federação.

Um dos aspectos inovadores da perspectiva da Educação Ambiental é sua interdisciplinaridade. A perspectiva de operacionalizar a inserção da educação ambiental no ensino formal de modo interdisciplinar é bastante positiva, porque a Lei tira o aspecto disciplinar, incentivando a abordagem integrada e contínua com todos os níveis e modalidades do ensino formal. A exceção faz-se para a pós-graduação e a extensão universitária – quando necessária, pode-se criar a disciplina Educação Ambiental, com a finalidade de avançar na capacitação de recursos humanos.

O maior desafio é educar na diversidade de condições de interesses e de pessoas, transformando-as em fatores positivos para o crescimento pessoal e social das maiorias. Ao refletir sobre a educação e sua práxis, nesse contexto, surgem muitas indagações: quais referências o educador precisa ter para a realização de sua prática educativa, considerando as incertezas, as contradições, as diversidades da contemporaneidade?

Que caminhos devem ser apontados para a efetivação da educação ambiental? Quais desafios se têm que enfrentar?

Nessa perspectiva, a educação em sua ação mediadora é chamada a desencadear a luta pela formação da consciência crítica e ambiental, inserindo no currículo escolar a componente Educação Ambiental. Para isso, deve-se recorrer às atividades interdisciplinares assim como às suas metodologias específicas. Há necessidade de que a educação ambiental avance na construção de novos objetos interdisciplinares de estudo na formação do(a)s professore(a)s e na incorporação do saber ambiental através da implementação de novos programas curriculares. De acordo com estudiosos, “a interdisciplinaridade exige a participação do(a) educador(a) na construção de uma política educacional, que, ao invés de negar o passado e com ele suas propostas, o compreenda e reconstrua”.

Já a problemática da reprodução e da transmissão de informação pela educação não é uma exclusividade da área ambiental, mas um problema generalizado nas diversas instâncias educacionais. De acordo com Paulo Freire (2000), essa educação não permite que o(a) educador(a) e educando(a) se encontrem em situação de transformação de conhecimento: o(a) “educador(a)”, por ser simplesmente aquele(a) que doa conhecimentos prontos por meio de fórmulas e comunicados, e o(a) educando(a), por receber passivamente as informações sem questioná-las nem atuar sobre elas. Daí o possível fracasso escolar, às vezes associado a outras causas, entre as quais a falta de preparação do(a)s professore(a)s no conteúdo.

Quanto à educação ambiental, a pedagogia de Paulo Freire orienta-se em duas fases: na primeira, deve-se considerar a possibilidade de transformar as sociedades através das ações participativas e políticas do(a)s estudantes; na segunda, a pedagogia escolar cessa e tende a se transformar na pedagogia humana, num processo permanente de libertação. A descoberta da “libertação” não pode ser só intelectual, deve envolver ação e reflexão, que é a práxis.

A práxis de Paulo Freire identifica duas dimensões (ação e reflexão) semelhantes às duas esferas do desenvolvimento sustentável (necessidade e limitação). A interação entre tais dimensões significa que, se uma é sacrificada mesmo em parte, a outra imediatamente sofre as consequências. A perspectiva crítica desse pressuposto é que a educação ambiental só ganhará se forem consideradas todas as dimensões que compõem uma sociedade, isto é, seus aspectos biofísicos e sociais. Então, a prática pedagógica requer um caminho bastante complexo que envolve o plano de reflexão e das experiências adquiridas mediante a realização de projetos experimentais, tendo como suporte um rico potencial metodológico e materiais didáticos auxiliares; deve romper a prática do pensamento isolado dentro de cada componente curricular, aumentando a dimensão global de cada tema e o objeto real de estudo; sobretudo, não se pode perder a dimensão humanista do pensamento. Neste sentido, a educação ambiental agrega um novo componente à prática educacional tradicional, chamando a atenção para a importância da interdisciplinaridade.

3. O Programa de Educação Ambiental e o Uso Sustentado da Água Subterrânea no Contexto do Projeto KaR/DFID

Como abordado na Introdução e na seção anterior, a Educação Ambiental é uma perspectiva ampla, uma vez que Ambiente perpassa praticamente tudo o que diz respeito à vida. Entretanto, este Programa de Educação Ambiental é específico e versa na sustentabilidade do Manejo da Água Subterrânea, estando o mesmo inserido no contexto das ações do Projeto KaR/DFID.

Além do enfoque do Projeto, uma outra razão pela qual optamos por focar a Água Subterrânea no nosso trabalho com Educação Ambiental foi a importância do tema no mundo atual e na realidade das comunidades do semi-árido nordestino. A água consiste de um bem escasso e finito, sendo assim, sua sustentabilidade é imprescindível para a sobrevivência das gerações futuras. Além disso, pretendemos iniciar os trabalhos apenas com as comunidades contempladas pelo Projeto, o que não impede que as Secretarias de Educação dos municípios envolvidos possam ampliar o Programa para outras escolas rurais dos seus referidos municípios.

Este Programa encontra-se, portanto, em sintonia com outras ações do Projeto KaR/DFID, o que certamente, contribui para o seu sucesso. O referido Projeto é baseado em uma metodologia participativa e as populações das comunidades contempladas desempenham um papel fundamental em todas as ações, através da sua participação efetiva. Entre essas ações estão reuniões mensais com membros do grupo consultivo, formado por lideranças das comunidades, oficinas de trabalho com as comunidades rurais sobre os temas trabalhados no Projeto, treinamento do(a)s agentes de saúde sobre os diversos temas, tendo em vista o importante papel desse(a)s agentes em nível de comunidade, capacitação do(a)s professore(a)s, visitas à outras áreas para troca de experiências e participação das lideranças em atividades, para disseminar os resultados do projeto. Neste contexto, esse Programa vem complementar as demais ações e, certamente, contribuir para a sua sustentabilidade.

Como foi abordado anteriormente, o Projeto pauta-se em quatro temas. Estes temas estão apresentados, de forma, integrada, e servem como eixos norteadores de todo o trabalho.

Tema 1 - Armazenamento e Uso Doméstico da Água

Este tema envolve a criação de mensagens específicas ao uso da água doméstica e à sua relação com a saúde da população. O objetivo dessas mensagens é desdobrado em dois: a construção de uma conscientização a respeito da relação entre o uso da água e a saúde e a troca de idéias e experiências sobre soluções alternativas para o fornecimento de água de boa qualidade para o uso doméstico. Para que isto seja alcançado, é necessária uma percepção clara dos problemas enfrentados pelas comunidades, da sua compreensão sobre os mesmos e das suas sugestões referentes às possíveis soluções. Este tema versa, também sobre a relação entre educação e saúde e exige o envolvimento das autoridades locais que trabalham com essas respectivas áreas.

Tema 2- Água e Agricultura

Este tema versa especificamente sobre a água utilizada para a produção agrícola. Métodos de economia e exploração da água são discutidos, portanto, dentro desse tema, uma vez que o objetivo maior é o uso adequado da água na agricultura. A qualidade da água utilizada na produção agrícola também se constitui em uma área de importância dentro do assunto. O uso da água é tratado tanto na produção agrícola de sequeiro, como na produção através da irrigação.

Tema 3 – Manejo do Solo para um Melhor Aproveitamento e Retenção da Água

Dentro deste tema, o objetivo é discutir as técnicas para melhorar a infiltração de água no solo e assim se aproveitar melhor a água.

O cultivo da agricultura de sequeiro é praticado no mundo inteiro e é, portanto, importante fazer uma revisão sobre estas técnicas para se verificar a possibilidade de implementá-las nas comunidades em estudo.

O conceito de agricultura de sequeiro e o manejo associado da terra são discutidos, bem como as experiências do(a)s agricultore(a)s para que se possa aproveitar e compartilhar o saber local. Outro assunto contemplado é a relação entre o uso de adubo e inseticidas naturais e o manejo do solo.

Tema 4 – Aspectos Organizacionais e Institucionais do Manejo da Água Subterrânea

Este tema versa sobre os aspectos institucionais referentes à água, o direito à água, a responsabilidade da população sobre o manejo das fontes de água subterrânea, a resolução de conflitos e a importância da organização social para um manejo adequado e sustentado. Neste contexto, a legislação sobre a água, as questões de gênero e da participação são tratadas como formas imprescindíveis para se alcançar o exercício da cidadania e a sustentabilidade.

Após esta breve introdução sobre as questões conceituais do Programa de Educação Ambiental ora apresentado, é importante voltarmos nossa atenção para os demais assuntos que dizem respeito ao nosso trabalho.

4. Água no Mundo

Apesar do nosso planeta se chamar Terra, nele existe uma imensa quantidade de água, aproximadamente 1.370.000.000 km³ distribuídos em 71% de sua superfície. Essa quantidade de água está sob a forma líquida, sólida e gasosa.

A existência de grande quantidade de água no planeta não significa a abundância desse recurso. Pois no estado líquido, 97,0 % compõem os mares e oceanos, vale destacar que essa água é imprópria para o consumo humano. As águas doces correspondem apenas a 3% do total. Desse pequeno percentual de água doce disponível, 77% está sob a forma de gelo, formando as calotas polares, o que equivale a 2,0 % do total. Enquanto que a soma da água presente na atmosfera, armazenada no subsolo e disponível nos rios e lagos resulta apenas 1,0 % desse total.

De forma mais simplificada, apresentamos esses dados na tabela abaixo:

97%	Água no mar
2%	Água nas calotas polares
0,3%	Água na atmosfera
0,6%	Água subterrânea
0,1%	Água nos rios e lagos
100%	
Total de água no mundo	

Percebemos, então, que o que sobra para o consumo humano é menos de 1%, ou seja, mais precisamente 0,7% do total de água presente no nosso planeta, por isso que precisamos economizar!

Como vimos, no nosso planeta, há uma distribuição desigual dos recursos hídricos. Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), mais de vinte países incluindo aqueles pertencentes ao continente Africano e ao Oriente Médio, a exemplo, do Iraque, da Arábia Saudita, etc., sofrem graves problemas relacionados com a escassez de água. Eles possuem um índice inferior a 1.000m³ por cada habitante/ano. Esse índice reflete a quantidade de água necessária para um ser humano sobreviver razoavelmente, para se hidratar e realizar a higiene, durante um ano, abaixo desse valor, temos a situação denominada de estresse hídrico.

Considerando os dados acima revelados, concluímos que a quantidade de água doce disponível no mundo é escassa. Diante disso, precisamos adotar comportamentos que visem o uso sustentável da água e a preservação do meio ambiente. Uma importante medida para se evitar a falta d'água e estimular a conscientização sobre a importância do papel da sociedade na conservação do meio ambiente é a educação ambiental. Precisamos evitar o desperdício de água, cuidar de suas fontes, procurando impedir todo tipo de poluição, evitar o desmatamento, denunciar aos órgãos municipais, estaduais e federais (ex: IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, SECTMA – Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco) práticas de agressão ao meio ambiente.

De acordo com estudos realizados pela ONU, a metade da população mundial sofre com falta d'água. Se os níveis de desperdício e poluição dos mananciais continuarem altos, as organizações mundiais responsáveis pela conservação de água prevêm uma grave crise de abastecimento para o ano 2025. Se a humanidade continuar a usar a água com a mentalidade de que ela é um recurso inesgotável, a ameaça de sua escassez em nível mundial se tornará cada vez mais concreta.

5. Água no Brasil

No contexto da água, o Brasil se encontra numa situação bastante privilegiada. No ano de 2000, o volume médio de água disponível estava entre 6.000m³ por habitante, ou seja, seis vezes mais que o limite de escassez estabelecido pela ONU. Entretanto, tal como no restante do planeta, a distribuição dos recursos no Brasil também é bastante

desigual, pois alguns estados localizados, no Nordeste, mais especificamente, na região semi-árida, sofrem com situações de escassez de água.

O Brasil é considerado o país que possui a maior reserva de água doce no mundo, pois 8% das reservas mundiais de água doce estão situadas em seu território. Desse total 80% encontra-se na Região Amazônica, os 20% restantes distribuem-se, de forma desigual, nas demais regiões do país. O Nordeste possui apenas 3% dos recursos hídricos do país, 2/3 (dois terços) dos quais estão concentrados na bacia do Rio São Francisco.

Distribuição dos Recursos Hídricos, da Superfície e da População (em % do total do país).

REGIÃO	RECURSOS HÍDRICOS	SUPERFÍCIE	POPULAÇÃO
Norte	68,50	45,30	6,98
Centro-Oeste	15,70	18,80	6,41
Sul	6,50	6,80	15,05
Sudeste	6,00	10,80	42,65
Nordeste	3,30	18,30	28,91
Soma	100,00	100,00	100,00

Apesar de ser bastante privilegiado em recursos hídricos, o nosso país possui o título de campeão mundial de desperdício residencial de água, no meio urbano. O estrago de água está localizado nas residências urbanas, 78% do consumo de água doméstica é gasto no banheiro principalmente na descarga - um segundo de aperto na descarga corresponde a dois litros de água perdidos. Outro fator responsável pelo triste título brasileiro se deve à perda da água captada pelas empresas de saneamento básico. O índice de desperdício de água dessas empresas brasileiras chega a ser o dobro da média mundial.

É comum observarmos que a água é desperdiçada onde ela é encanada e sua oferta é segura, por exemplo, o que ocorre no meio urbano. Na região do semi-árido nordestino, onde a água é escassa, comunidades rurais dão lições de economia de água revelando estratégias de convívio com as secas. Na esfera doméstica, é bastante comum as famílias reutilizarem a água. Por exemplo, água usada na limpeza das louças e dos alimentos também é destinada para aguar plantas resistentes, para limpar banheiro, etc.

5.1 Captação de Água de Chuva no Semi-Árido

Uma das formas importantes de captação da água é através da chuva. Embora as chuvas sejam escassas no semi-árido, a captação de água de chuva torna-se um meio bastante eficaz para a obtenção da água. É necessário, portanto, armazenar bem essa água, evitando, dessa maneira, a evaporação e o seu desperdício. No caso da água para o uso doméstico, uma das formas mais eficazes para o seu armazenamento é através de cisternas.

Tendo em vista a importância das cisternas para a captação da água para o uso doméstico, a ASA – Articulação do Semi-Árido, em parceria com vários outros órgãos,

vem implementando o P1MC – Programa Um Milhão de Cisternas. O referido Programa visa a construção de 1.000.000 de cisternas em toda a região semi-árida, no período de cinco anos, vindo a beneficiar, aproximadamente 5.000 famílias, uma vez concluído. O Projeto não se detém apenas à construção de cisternas, mas à capacitação das famílias beneficiadas.

O P1MC tem como objetivo geral contribuir, através de um processo educativo, para a transformação social, visando a preservação, o acesso, o gerenciamento e a compreensão e a prática da convivência sustentável e solidária com o ecossistema de semi-árido. Neste sentido, podemos afirmar que este é um Programa que envolve ações mitigadoras distintas daquelas implementadas anteriormente, uma vez que agrega metas não apenas de caráter técnico, mas educacional. O Programa visa, ainda, a criação de mecanismos que promovam a participação de todo(a)s os atores/atrizes envolvido(a)s na gestão e no controle social.

Entre os seus objetivos específicos, o P1MC propõe a implementação de um processo de formação que considere a educação para a convivência com o semi-árido e a participação nas políticas públicas. Neste sentido, capacitações sobre alternativas apropriadas que contribuam para uma melhor convivência com a Região, como também, sobre fatores importantes referentes ao exercício da cidadania, são oferecidas à população beneficiada. Este se apresenta como o caminho mais adequado para que a população local possa contribuir de forma participativa para a elaboração de políticas públicas e programas sociais que atendam as suas necessidades e, dessa maneira, contribua, também, para o desenvolvimento sustentável da Região.

6. O Semi-Árido Brasileiro e a Problemática da Água

6.1 Características da Região Semi-Árida

O Brasil tem várias regiões com climas diferentes:

- Clima Úmido
- Clima Semi-úmido
- Clima Sem-árido
- Clima Úmido da Zona da Mata
- Clima Temperado
- Clima Semi-úmido das Alturas

A região em que vivemos é o Semi-Árido Brasileiro. A palavra *semi* significa meio ou metade, e *árido*, significa seco. Daí a palavra semi-árido, que quer dizer uma região meio seca, ou seja, não é totalmente seca, pois há chuvas concentradas em alguns meses do ano.

O semi-árido brasileiro corresponde a, aproximadamente, 70% da região Nordeste e ocupa uma área de 974.752 km², abrangendo de forma total ou parcial todos os estados da região, o Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, e o norte do Espírito Santo, onde vivem mais de 24 milhões de pessoas. Uma das paisagens mais presentes na região é a caatinga.



Figura 1: Mapa da Região Nordeste. Fonte: www.cpatas.embraba.br

As características edafoclimáticas (que levam em consideração o solo e o clima) e hidrológicas (água de modo geral) dessa região são semelhantes às de outros semi-áridos quentes do mundo, apresentando de forma constante, longos períodos de secas intercalados com as cheias nos rios temporários.

Nesta região semi-árida, chove em média 700 mm por ano (com variações entre 250 e 800 mm). Devido à proximidade da linha do Equador e às conseqüentes altas temperaturas durante todo o ano, a região apresenta uma evapotranspiração potencial de até 3.000 mm por ano. Por conseqüência se verifica, em toda a região semi-árida, um déficit hídrico acentuado (falta de água no solo), quer dizer, a precipitação, mesmo quando ela se distribui em quatro ou cinco meses mais chuvosos, não consegue restituir a quantidade de água evapotranspirada nos outros sete ou oito meses mais quentes.

A água se evapora do solo e dos corpos d'água sob o efeito do calor, e uma pequena parte de água que cai na terra é retida e absorvida pela vegetação ou outros organismos que depois transpiram para a atmosfera novamente (transpiração). Esse é o fenômeno da evapotranspiração, sendo que a evapotranspiração potencial é o que se perderia de água para a atmosfera se houvesse água e vegetação o ano todo.

Um milímetro de chuva é a mesma coisa que um litro de água de chuva que cai por metro quadrado (m^2). O milímetro é representado pelas letras *mm*. Agora fica mais fácil entender que quando alguém fala que a chuva foi de 50 mm, significa que choveu 50 litros de água em cada metro quadrado do seu roçado ou do seu telhado. Podemos até calcular quanto de água cai em cima do nosso telhado para ser captado para a cisterna. Por exemplo, uma casa de 6 metros de largura por 10 metros de comprimento (6x10), apresenta uma área de $60 m^2$. Se no último ano a chuva foi de 600 mm, isso quer dizer que a cada metro quadrado do seu telhado caiu 600 litros de água da chuva. Mas como a

casa apresenta 60 metros quadrados, ou seja 60 vezes mais, o volume captado pelo telhado será de 60 x 600 que é igual a 36.000 litros de água, o que equivale ao volume de duas cisternas de 18.000 litros. O mesmo raciocínio serve para explicar a quantidade de água que se perde por evapotranspiração. Como mencionado acima, a água que se perde para a atmosfera é de 2000 mm por ano, podendo chegar até 3000 mm por ano em algumas regiões. Dessa forma em um reservatório cujo espelho d'água é de aproximadamente um hectare, isto é 10.000 m², e se a evapotranspiração for de 8 mm durante o dia, isto implica que houve uma perda de água para a atmosfera por ação da radiação solar de aproximadamente 80.000 litros de água, ou seja, 80 m³, já que cada m³ equivale a 1000 litros de água.

Os solos da região são rasos, com baixa fertilidade natural e uma vegetação rala, denominada de caatinga, que apresenta grande diversidade de espécies adaptadas, com alto potencial de exploração, tanto para o consumo humano como animal. Ademais, no domínio do substrato cristalino (rocha que compõe o material de origem do solo), os aquíferos são de baixa produtividade, onde os poços são rasos e apresentam vazões inferiores a 3,0 m³/h (3.000 litros por hora), elevados teores de sólidos dissolvidos totais (salinidade), em média, 3,0 g/L (3 gramas por litro), com predominância de cloretos (Fonte: www.cpatsa.embraba.br).

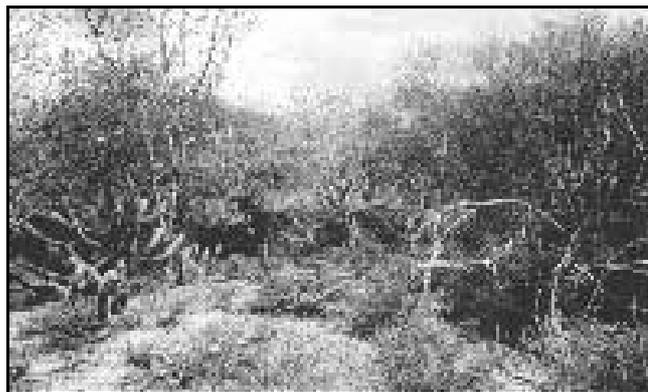


Figura 2: Vegetação rala, denominada de caatinga

Outra característica da região é a irregularidade das precipitações. Estudos indicam que apenas dois em cada dez anos são considerados normais quanto à distribuição das precipitações, mesmo assim, com poucas chances de obtenção de sucesso nas colheitas agrícolas. Para a cultura do milho, as chances de sucesso (alcance do índice ideal de produtividade) são de apenas 10%. A estação chuvosa, inverno é bastante curta. Há ainda uma grande diferença local, onde, dentro do mesmo município, pode chover normalmente numa comunidade e não chover na comunidade vizinha. Além disso, quase todos os rios são intermitentes, enchem apenas quando chove e ficam secos no verão.

A interação das características da região tem papel preponderante na renovação das reservas hídricas e na qualidade de suas águas, fazendo com que, muitas vezes, o homem concorra por água para suas necessidades básicas com atividades como o consumo animal, atividades agrícolas, entre outras. Este quadro de incertezas quanto à disponibilidade e à qualidade das águas gera insegurança na tomada de decisão de políticas de desenvolvimento agropecuário e sócio-econômico para a região,

necessitando, portanto, de medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos visando atender à demanda da população de forma permanente.

6.2 O Fenômeno das Secas

A seca é um o fenômeno climático causado pela insuficiência de precipitação pluviométrica (chuva) numa determinada região por um período de tempo muito grande.

Este fenômeno provoca desequilíbrios hidrológicos importantes. Normalmente a ocorrência da seca se dá quando a evapotranspiração ultrapassa um período de tempo a precipitação de chuvas.

A principal caracterização da seca é o esgotamento da umidade do solo, e, em função disso, as plantas entram num processo de fenecimento (secagem) por falta de água. Há também o comprometimento do suprimento de água subterrânea, conseqüentemente a redução e eventual cessação do fluxo dos cursos de água, causando a morte dos rios.

Para o restabelecimento normal do clima úmido, é necessário que o índice pluviométrico de precipitação supere o índice de evapotranspiração. Isto é, a quantidade de chuva deve superar a quantidade de evaporação da região em questão.

A seca é um fenômeno natural, podendo ser agravado por aspectos sociais e políticos. Como fenômeno natural, a seca se caracteriza por uma extrema insuficiência de chuvas que se apresentam de maneira irregular e de difícil previsão. Assim ela se assemelha a uma catástrofe natural como as inundações, os ciclones tropicais ou os tremores de terra, sendo que ela é muito mais longa. A seca seria, então, diferente de aridez, uma vez que o termo aridez define um fenômeno climático constante e irregular, cuja população da área atingida, se adapta para sobreviver. Já a seca resulta de fortes variações climáticas, às vezes repentinas e longas, de difícil previsão.

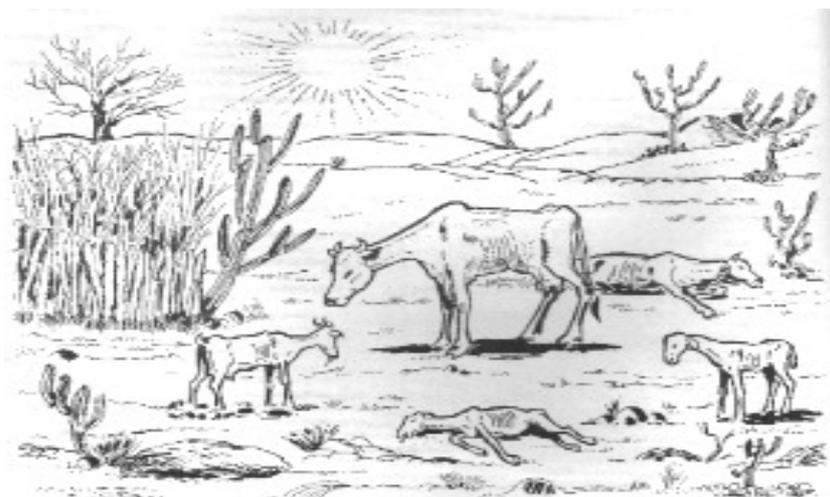


Figura 3: Efeitos da seca na região semi-árida

6.3 Migração

Sair da roça e ir para a cidade em busca de emprego e melhores condições de vida não é a melhor solução. Quem abandona a profissão no campo e não tem outra qualificação corre o risco de não conseguir emprego na cidade. E quando consegue, é sempre para

ganhar um salário muito baixo. Sem contar que viver na cidade grande com pouco dinheiro é mais difícil do que na roça. Muitas vezes não sobra alternativa senão morar na periferia das cidades, em moradias precárias e sem infra-estrutura como água encanada, esgoto e asfalto. Diante das dificuldades, o melhor a fazer é buscar alternativas para fazer da sua propriedade um negócio que dê resultado.

A migração ocorre devido a fatores como:

- Dificuldades encontradas frente às adversidades do clima;
- Crescimento da população;
- Existências de familiares que já migraram;
- Dificuldade do acesso a terra;
- Atração exercida pelas cidades;
- Impacto modernizador do rádio e da televisão, dentre outros fatores.

6.4 Medidas de Convivência

Plantar e criar animais no semi-árido nordestino não é uma tarefa fácil, mas é possível. É verdade que a falta de chuva reduz a quantidade de pastos para a criação e dificulta a irrigação. Mas tudo pode ficar mais fácil e melhor administrado se o produtor usar técnicas de manejo e conservação do solo e gerenciamento da água, de acordo com as características do semi-árido. Quem aprende a conviver com a situação pode cultivar a terra, até mesmo praticando a irrigação, e criar animais que se adaptam bem às condições do clima. Quem vence essa dificuldade fica na sua terra, fazendo dela um bom negócio. Quem vive em paz com o sertão, não vai buscar emprego e outras condições de vida na cidade grande.

Para suprir a deficiência de água para diferentes usos no meio rural, como consumo humano, animal e produção agrícola, diferentes alternativas tecnológicas têm sido desenvolvidas e/ou adaptadas às condições semi-áridas brasileiras visando o armazenamento e uso das águas de chuva, atualmente implementadas em nível de propriedades da região. Entre elas, pode-se citar:

6.4.1 Cisterna – É uma alternativa para aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade das águas para consumo humano no meio rural. A cisterna de placas tem forma cilíndrica, sendo construída com placas pré-moldadas de cimento e areia lavada ou de enxurrada, com fundo em concreto simples e uma cobertura composta de caibros e placas pré-moldadas. Em relação ao solo, é semi-enterrada. Tem capacidade de recolher água da chuva, através da cobertura das residências (telhado) utilizando-se calhas ou bicas. A cisterna evita o abastecimento de carros-pipas, prática comum em nossa região e que é manipulada de forma a tornar o(a)s agricultore(a)s dependentes de políticos. Evita ainda o percurso a longas distâncias para buscar água que nem sempre é garantia de disponibilidade e de qualidade.



Figura 4: Captação da água da chuva através da cisterna de placas
Fonte: www.cpatna.embrapa.br

Ainda no contexto da água para a família, a dessalinização tem sido utilizada como mais uma alternativa para garantir água de boa qualidade. Porém, em média, 50% da vazão do poço é uma água com alto teor de salinidade, denominada de rejeito, normalmente lançado diretamente no ambiente sem tratamento prévio. Contudo o uso sustentável do rejeito da dessalinização pode ser realizado, visando à redução dos impactos ambientais através do seu uso para a piscicultura (criação de peixes) e também na irrigação de halófitas (plantas resistentes a grande concentração de sal no solo) como a Atriplex, comumente chamada de "erva-sal", planta forrageira, com alto teor protéico.

6.4.2 Barragem Subterrânea - é uma alternativa tecnológica para o aproveitamento das águas de chuva, evitando-se que escoem na superfície do solo, onde podem causar erosão, além de não poderem ser utilizadas posteriormente. As águas são armazenadas no perfil do solo, de forma a permitir a criação ou a elevação do lençol freático existente, possibilitando a exploração de uma agricultura de vazante (área superficial da barragem), prática comum na região, ou uma sub-irrigação.

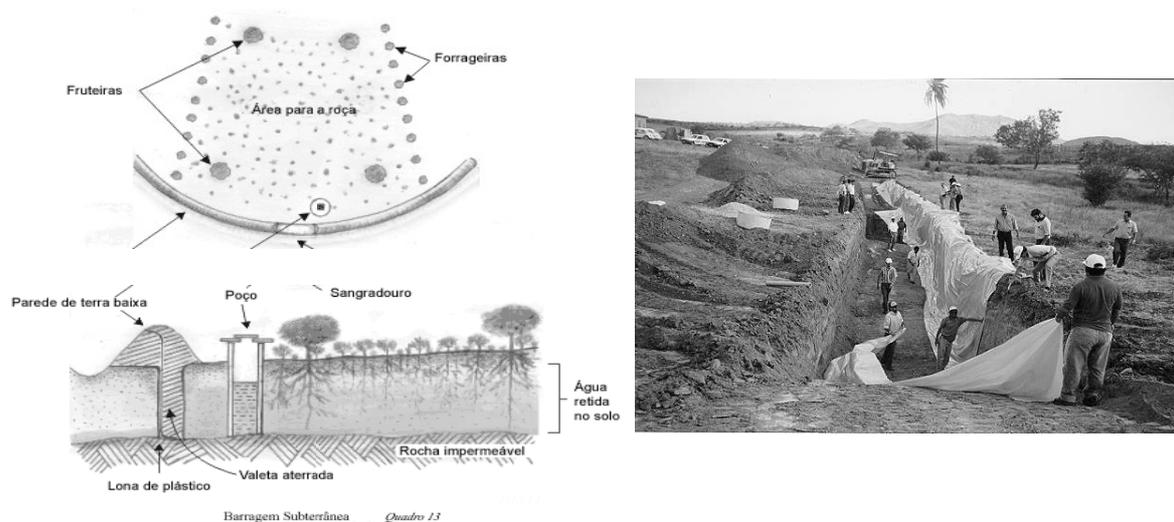


Figura 5: Barragem subterrânea – esquema de construção e imagem durante a construção Fonte: Costa, 2004

A barragem subterrânea é uma tecnologia simples, porém requer um manejo adequado para sua operação e manutenção. Os custos de implantação variam em função

de fatores como comprimento da parede, material utilizado, profundidade da camada impermeável, disponibilidade de mão-de-obra na família, entre outros.

6.4.3 Irrigação de Salvação - no semi-árido brasileiro o plantio ocorre após as primeiras chuvas e é muito comum a ocorrência de veranicos, isto é, períodos de 20 a 30 dias sem novas chuvas, o que compromete seriamente as culturas na primeira fase de seu desenvolvimento. Daí, a necessidade da aplicação de água para atender às necessidades básicas nessa e nas demais fases em que as culturas mais necessitam de água. O barreiro para uso da irrigação de salvação tem a finalidade de suprir de água as culturas nesses veranicos. Constitui-se de uma pequena barragem de terra, formada por uma área de captação (Ac), um tanque de armazenamento (Ta) e uma área de plantio (Ap). A água é aplicada por gravidade na área irrigada, sendo os sulcos abertos com pequena declividade (Figura 6).



Figura 6: Irrigação de salvação em culturas de ciclo curto
Fonte: www.cpatna.embrapa.br

Em anos normais de precipitações pluviométricas essa tecnologia pode permitir a exploração de dois ciclos de cultura, sendo o primeiro de forma tradicional, isto é, com a cultura sendo explorada com a água da chuva (agricultura de sequeiro), e o segundo, utilizando-se a água que fica armazenada no reservatório para irrigação (agricultura irrigada).

6.4.4 Barreiros - para suprir as necessidades hídricas dos rebanhos, como também da própria irrigação, é recomendado os tradicionais barreiros ou pequenas barragens, como apresentado na Figura 7.



Figura 7: Barreiro para consumo animal. Fonte: www.cpatna.embrapa.br

Finalmente, o ambiente semi-árido do Nordeste brasileiro é diversificado nos seus recursos naturais e complexos na convivência do homem com o seu clima seco e quente, constituindo-se, por um lado, num fator limitante para a produção agropecuária dependente de chuvas.

7. Fontes de Água e o Meio Ambiente

7.1. O Ciclo Hidrológico

7.1.1 Etapas

A chuva vem da sua maior parte, do mar. Pelo calor do solo e pela ação do vento, a água vira vapor que sobe para o alto. Numa certa altura esfria e se transforma em pequenas gotas que todas juntas formam as nuvens. Quando a temperatura diminui bastante, a água se precipita do céu como chuva ou neve, a maior parte caindo no mar. Retorna a atmosfera através da evaporação. Pela ação de correntes atmosféricas (ventos), o vapor d'água é levado para o continente (terra), e o ciclo se completa com novas precipitações. Ao cair na superfície da terra, a água escoar no solo, nos riachos e rios (escoamento superficial). Se a chuva cai em terra nua (sem vegetação) ela transporta através do escoamento superficial partículas de solo (erosão). A água também se infiltra na terra, formando fluxos de água subterrânea e restaurando os teores de umidade do solo (infiltração). A água se evapora do solo e dos corpos d'água sob o efeito do calor, e uma pequena parte de água que cai na terra é retida e absorvida pela vegetação ou outros organismos que depois transpiram para a atmosfera novamente (transpiração). Esse é o fenômeno da evapotranspiração, sendo que a evapotranspiração potencial é o que levaria se houvesse água e vegetação o ano todo.

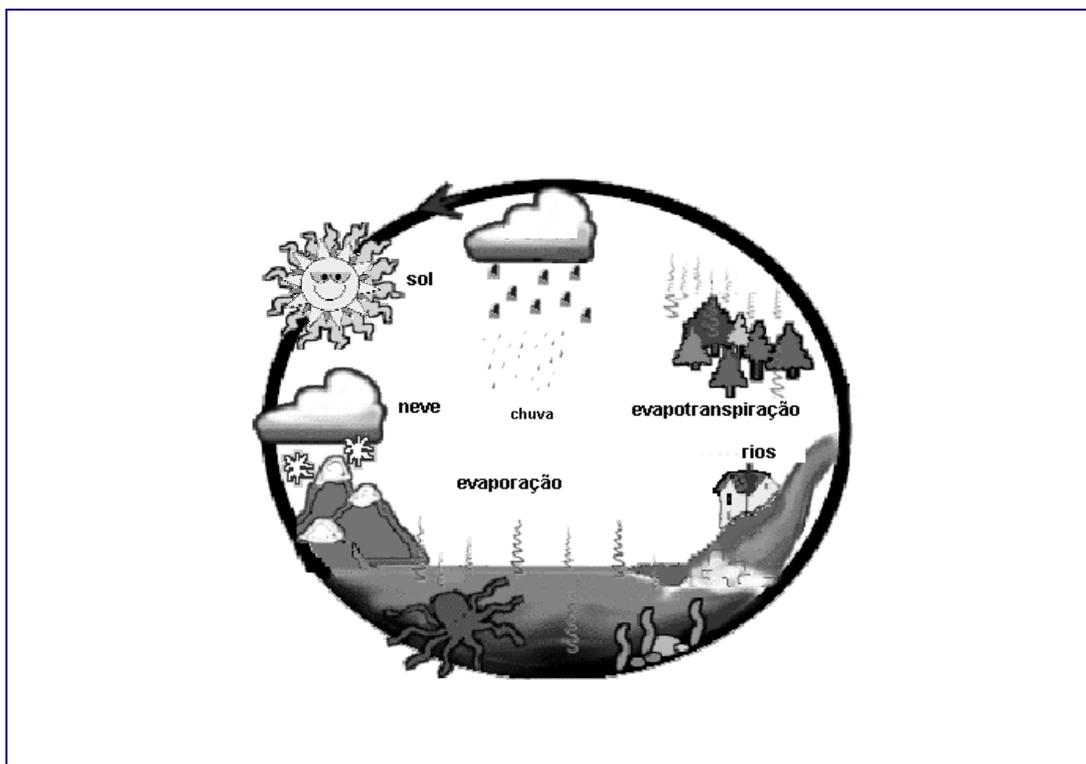


Figura 8: Ciclo Hidrológico.

7.1.2 Influências no Meio Ambiente

Pode admitir-se que a quantidade total de água existente na Terra, nas suas três fases, sólida, líquida e gasosa, se tem mantido constante, desde o aparecimento do Ser Humano. A água da Terra (que constitui a hidrosfera) distribui-se por três reservatórios principais: os oceanos, os continentes e a atmosfera, entre os quais existe uma circulação perpétua (ciclo da água ou ciclo hidrológico). O movimento da água no ciclo hidrológico é mantido pela energia radiante de origem solar e pela atração da gravidade.

Pode definir o ciclo hidrológico como a seqüência fechada de fenômenos pelos quais a água passa do globo terrestre para a atmosfera, na fase de vapor, e regressa àquele, nas fases líquida e sólida. A transferência de água da superfície da Terra para a atmosfera, sob a forma de vapor, dá-se por evaporação direta, por transpiração das plantas e dos animais e por sublimação (passagem direta da água da fase sólida para a de vapor). Esse fenômeno pode ser visualizado no ato da chuva, onde aquelas pequenas gotas de água se pulverizam passando diretamente ao estado de vapor, retornando novamente para a atmosfera antes mesmo de chegar à superfície do solo.

A quantidade da água mobilizada pela sublimação no ciclo hidrológico é insignificante perante a que é envolvida na evaporação e na transpiração, cujo processo conjunto se designa por evapotranspiração. O vapor de água é transportado pela circulação atmosférica e condensa-se após percursos muito variáveis, que podem ultrapassar 1000 km. A água condensada dá lugar à formação de nevoeiros e nuvens e a precipitação a partir de ambos.

A precipitação pode ocorrer na fase líquida (chuva ou chuveiro) ou na fase sólida (neve e granizo).

A precipitação inclui também a água que passa da atmosfera para o globo terrestre por condensação do vapor de água (orvalho) ou por congelação daquele vapor (geada) e por intercepção das gotas de água dos nevoeiros (nuvens que tocam no solo ou no mar).

A água que precipita nos continentes pode tomar vários destinos. Uma parte é devolvida diretamente à atmosfera por evaporação; a outra origina escoamento à superfície do terreno, escoamento superficial, que se concentra em sulcos, cuja reunião dá lugar aos cursos de água (água superficial). A parte restante infiltra-se, isto é, penetra no interior do solo, subdividindo-se numa parcela que se acumula na sua parte superior e pode voltar à atmosfera por evapotranspiração e noutra que caminha em profundidade até atingir os lençóis aquíferos (ou simplesmente aquíferos) e vai constituir o escoamento subterrâneo.

Os processos do ciclo hidrológico decorrem, como se descreveu, na atmosfera e no globo terrestre, pelo que se pode admitir, dividido o ciclo da água em dois ramos: aéreo e terrestre.

A água que precipita nos continentes vai, assim, repartir-se em três parcelas: uma que é reenviada para a atmosfera por evapotranspiração e duas que produzem escoamento superficial e subterrâneo.

Esta repartição é condicionada por vários fatores, uns de ordem climática e outros, respeitantes às características físicas do local onde incide a precipitação: tipo de solo, seu uso e estado de conservação, e subsolo.

Assim, a precipitação, ao incidir num solo de difícil permeabilidade, origina escoamento superficial e a evaporação direta da água que se acumula e fica disponível à superfície. Incidindo num solo permeável, pouco espesso, assente numa formação geológica impermeável (camada de impedimento formada a uma distância curta da superfície do solo), produz escoamento superficial (e, eventualmente, uma forma de escoamento intermédia - escoamento subsuperficial), evaporação da água disponível à superfície e ainda evapotranspiração da água que foi retida pela camada do solo de onde pode passar à atmosfera. Em ambos os casos não há escoamento subterrâneo; este ocorre no caso de a formação geológica subjacente ao solo ser permeável e espessa.

A energia solar é a fonte da energia térmica necessária para a passagem da água das fases líquida e sólida para a fase do vapor; é também a origem das circulações atmosféricas que transportam vapor de água e deslocam as nuvens.

A atração gravitacional dá lugar à precipitação e ao escoamento. O ciclo hidrológico é uma realidade essencial do ambiente. É também um agente modelador da crosta terrestre devido à erosão e ao transporte e deposição de sedimentos por via hidráulica. Condiciona a cobertura vegetal e, de modo mais genérico, a vida na Terra.

O ciclo hidrológico à escala planetária pode ser encarado como um sistema de destilação gigantesco, estendido a todo o Globo. O aquecimento das regiões tropicais devido à radiação solar provoca a evaporação contínua da água dos oceanos, que é transportada sob a forma de vapor pela circulação geral da atmosfera, para outras regiões. Durante a transferência, parte do vapor de água condensa-se devido ao arrefecimento e forma nuvens que originam a precipitação. O retorno às regiões de origem resulta da ação combinada do escoamento proveniente dos rios e das correntes marítimas.

7.2. Fontes de Água

7.2.1 Água Subterrânea

Cerca de 97% da água doce disponível para uso da humanidade encontra-se no subsolo, na forma de água subterrânea. Grandes cidades brasileiras já são abastecidas, total ou parcialmente, por água subterrânea. No Estado de São Paulo, por exemplo, estima-se que 75% das cidades são abastecidas por poços. Nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul, 90% das cidades são abastecidas por águas subterrâneas. Obviamente que a água subterrânea, apesar de muito importante, não é suficiente para abastecer grandes centros populacionais. No entanto, é um complemento importante à água superficial. Nesses grandes centros urbanos a água subterrânea também é usada nas indústrias.

O uso da água subterrânea assume grande importância no uso agrícola, principalmente na região do semi-árido brasileiro, onde há escassez de água.

A água que preenche totalmente os poros e fraturas das rochas e sedimentos não consolidados é denominada água subterrânea, ou seja, é toda a água que se armazena no subsolo.

Para entender a água subterrânea, o primeiro passo é compreender que as rochas e o solo, apesar de sólidas, são mais ou menos porosas e, no caso das rochas fraturadas, podendo acumular água. Imagine um balde cheio de areia seca. Se colocarmos água ela vai sumir? Não, vai se acumular nos espaços existentes entre os grãos. O mesmo acontece com as rochas. A água que se infiltra vai se acumular nos espaços abertos encontrados nas rochas ou nos solos. Apesar das rochas não serem tão porosas, como a areia solta, grandes volumes de rochas podem armazenar grandes volumes de água. A quantidade de água capaz de ser armazenada pelas rochas e pelos materiais não consolidados em geral (solos e sedimentos) vai depender da porosidade, da comunicação destes poros entre si, ou da quantidade e tamanho das aberturas de fraturas existentes. As rochas e os materiais não consolidados, dependendo de sua origem e características, podem apresentar porosidade bem distinta.

A propriedade de permitir a circulação da água designa-se permeabilidade. Esta é tanto mais elevada quanto maiores forem os poros ou fendas comunicáveis entre si, como encontramos no cascalho, sendo praticamente nula em rochas de poros finos. É o caso das argilas, que possuem geralmente uma porosidade elevada, isto é, podem absorver muita água, mas uma permeabilidade muito pequena, que não permite a sua circulação pelo fato de ficar retida nos interstícios microscópicos por forças capilares e por forças de adsorção.

Quando uma chuva cai, uma parte da água se infiltra através dos espaços que encontra no solo e nas rochas. Pela ação da força da gravidade esta água vai se infiltrando até não encontrar mais espaços, começando então a se movimentar horizontalmente em direção às áreas de baixa pressão (pontos baixos).

A única força que se opõe a este movimento é a força de adesão das moléculas d'água às superfícies das partículas do solo ou das rochas por onde penetra, ou seja, a interação da água com essas partículas.

A água da chuva que não se infiltra, escorre sobre a superfície em direção às áreas mais baixas, indo alimentar diretamente os riachos, rios, mares, oceanos e lagos.

O caminho subterrâneo das águas é o mais lento de todos. A água de uma chuva que não se infiltrou levará poucos dias para percorrer muitos e muitos quilômetros. Já a água subterrânea poderá levar dias para percorrer poucos metros. Havendo oportunidade esta água poderá voltar à superfície, através das fontes, indo se somar às águas superficiais, ou então, voltar a se infiltrar novamente.

A vegetação tem um papel importante neste ciclo, pois uma parte da água que cai é absorvida pelas raízes e acaba voltando à atmosfera pela transpiração ou pela simples e direta evaporação (evapotranspiração).

De toda a água existente no planeta Terra, somente 2,7% é água doce. Da água doce disponível para a humanidade, cerca de 98% está na forma subterrânea. Da água que se precipita sobre as áreas continentais, calcula-se que a maior parte (60 a 70%) se infiltra. Vê-se, portanto, que a parcela que escoia diretamente para os riachos e rios é pequena

(30 a 40%). É esta água que se infiltra que mantém os rios fluindo o ano todo, mesmo quando fica muito tempo sem chover. Quando diminui a infiltração, necessariamente aumenta o escoamento superficial das águas das chuvas.

A infiltração é importante, portanto, para regularizar a vazão dos rios, distribuindo-a ao longo de todo o ano, evitando, assim, os fluxos repentinos, que provocam inundações.

Não adianta culpar a natureza. Esta relação entre a quantidade de água que se precipita na forma de chuva, a quantidade que se infiltra, a que tem escoamento superficial imediato, e a que volta para a atmosfera, na forma de vapor, constitui uma verdade da qual não podemos escapar. As cidades são aglomerados, onde grande parte do solo é impermeabilizado, e a consequência lógica disto é o aumento de água que escoar, provocando inundações das áreas baixas. Se estiver correta as previsões de que está havendo um aquecimento global, e de que este levará ao aumento das chuvas, é de se esperar um agravamento do problema de inundações nos países tropicais.

A água que se infiltra está submetida a duas forças fundamentais: a gravidade (favorece o movimento da água em direção ao lençol freático) e a força de adesão de suas moléculas às superfícies das partículas do solo, chamada de força de capilaridade (interação da água com o solo de tal maneira que a água fica retida as partículas do solo). A força de adesão é mais forte do que a força da gravidade que age sobre esta água. Como consequência ela ficará retida, quase imóvel, não atingindo zonas mais profundas. Chuvas finas e passageiras fornecem somente água suficiente para repor esta umidade do solo. Para que a infiltração possa alimentar o lençol freático, é necessário primeiro satisfazer esta necessidade da força capilar.

A parte restante infiltra-se, isto é, penetra no interior do solo, subdividindo-se numa parcela que se acumula na sua parte superior e pode voltar à atmosfera por evapotranspiração e noutra que caminha em profundidade até atingir os lençóis aquíferos (ou simplesmente aquíferos) e vai constituir o escoamento subterrâneo.

O escoamento subterrâneo, assim como o superficial, alimenta os cursos de água que deságuam nos lagos e nos rios, ou vai alimentar diretamente estes.

O escoamento superficial constitui uma resposta rápida à precipitação e cessa pouco tempo depois dela. Por seu turno, o escoamento subterrâneo, em especial quando se dá através de meios porosos, ocorre com grande lentidão e continua a alimentar o curso de água (rios e lagos) longo tempo após ter terminado a precipitação que o originou.

A captação da água subterrânea pode ser realizada por perfuração, denominada de poço, através da qual obtemos água de um aquífero.



Figura 9: Poço para captação da água subterrânea

Por aquífero entende-se uma formação geológica em que a água pode ser armazenada. Esse armazenamento é realizado em uma massa rochosa com alta porosidade e permeabilidade

A fonte de recarga natural para a maioria dos aquíferos é a precipitação. A precipitação que recarrega o aquífero infiltra-se em regiões denominadas áreas de recarga. Nos últimos anos, a identificação e a proteção das áreas de recarga têm recebido muita atenção, devido ao intenso interesse em prevenir os aquíferos da poluição da água subterrânea.

Para que um poço seja chamado de artesiano, é necessário que seja perfurado em aquífero artesiano. Está errado chamar qualquer poço profundo de artesiano. O fenômeno do artesianismo (aquífero em que a água se encontra em uma pressão suficiente para atingir a superfície e jorrar) é uma característica do aquífero e não do poço. Por analogia chamamos de poço artesiano aqueles perfurados em aquíferos artesianos.

Um poço perfurado com máquina num aquífero livre deve ser chamado de poço profundo ou poço tubular profundo, para se diferenciar dos poços rasos, que são escavados manualmente. No aquífero livre, também chamado de aquífero freático, a água se comunica livremente com as camadas superiores e com a atmosfera. São aquíferos rasos e muito sensíveis à poluição (Figura 10)

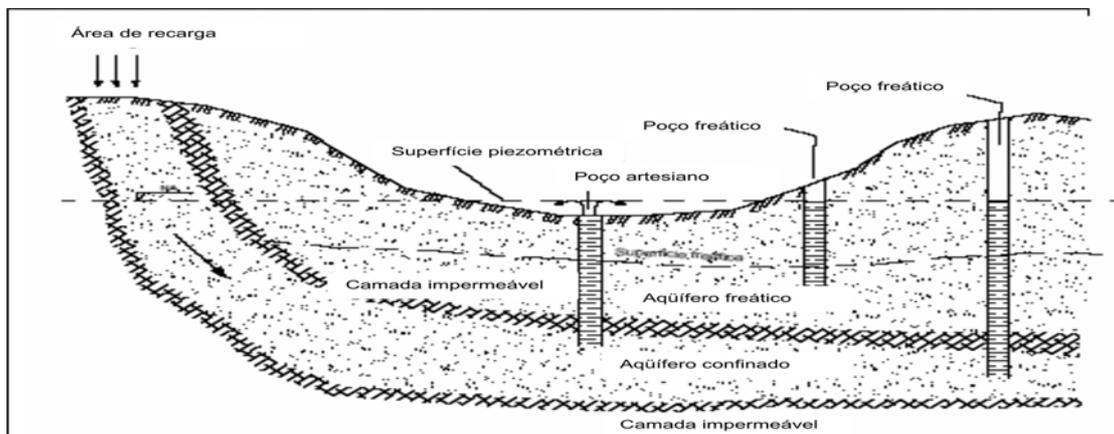


Figura 10: Comportamento da água subterrânea (adaptado de Costa e Lança, 2001).

As companhias perfuradoras de poços têm usado erradamente o termo "poço artesiano", como uma forma de valorizarem seu trabalho e seu produto.

Não devemos, contudo menosprezar os poços escavados manualmente, pois quando bem localizados e bem construídos podem fornecer água em quantidade e qualidade.

Contudo a água subterrânea pode ainda ser captada através de um barramento subterrâneo o qual irá originar a barragem subterrânea. Essa alternativa tem por objetivo armazenar a água em um depósito aluvial (solos formados por influência do escoamento superficial da água). O barramento é representado por um septo impermeável colocado transversalmente ao curso da água, totalmente encaixado no depósito aluvial.

7.2.2 Água Superficial

Um dos mananciais mais utilizados na zona rural brasileira é a água de superfície ou, simplesmente, a água dos rios e córregos. A razão principal é a grandeza da descarga, em geral maior do que nos poços ou nas fontes.

As águas das precipitações atmosféricas sobre os continentes (terra) podem tomar três caminhos que são: evaporação imediata, infiltração ou escoamento. A relação entre essas três possibilidades, assim como das suas respectivas intensidades quando ocorrem em conjunto (o que é mais freqüente), depende de vários fatores, tais como clima, morfologia do terreno, cobertura vegetal e constituição litológica (material de origem do solo). Em regiões muito acidentadas a tendência é para o escoamento imediato das águas para os riachos e rios, açudes e barragens, constituindo a água superficial.

As águas correntes que brotam nas fontes, mais as águas de chuva que se escoam imediatamente, vão formando pequenos córregos, que se ajuntam, se avolumam, dando finalmente origem aos rios. Desta forma, a nascente de um rio é uma extensa região cujas fontes todas alimentam um pequeno córrego que se ajuntará a outros mais adiante, indo finalmente formar um rio. Este, por sua vez, vai-se avolumando à medida que recebe novos afluentes, e também a água subterrânea, que migra lentamente para baixo.

A água da chuva, em geral, é de ótima qualidade e pode ser consumida diretamente ou após uma simples *cloração*. Os telhados das residências são o local ideal para a coleta, por estarem próximos ao ponto de consumo.

Mesmo nos locais onde a chuva é geralmente escassa, como no semi-árido Nordeste (cerca de 400 mm/ano), é viável a captação da água da chuva.

Contudo, essa água também pode ser captada, via solo em reservatórios sobre a superfície do solo. O Brasil tem longa tradição na captação da água da chuva para atender a população nordestina, através da prática secular da construção de açudes ou açudagem. Os maiores problemas dessa técnica são:

- a) a grande perda de água por evaporação (mais de 2 m/ano);
- b) a contínua salinização;
- c) o acesso, também, de animais.

O barreiro é um mini-açude; tem bem menos água; ocupa menor área; não possui estruturas hidráulicas (barragem, comportas, vertedouros, etc.) como nos grandes açudes, mas, em compensação, serve apenas a um domicílio.

A cacimba é menor ainda que o barreiro e, normalmente, é uma pequena depressão nas rochas cristalinas; por isso, apresentam melhor qualidade da água.

Alguns também chamam de cacimba pequenos poços escavados no solo (em geral, no leito seco de um rio) para a retirada de água do lençol freático (água subterrânea). Contudo, neste caso, a captação é de água subterrânea e não da chuva.

A configuração de um rio e sua velocidade depende de diversos fatores, tais como a topografia, que intervém na declividade do terreno, o regime pluvial da área de drenagem, a constituição litológica das rochas erodidas pelo rio e o estágio erosivo do rio. O gradiente dos grandes rios é geralmente pequeno, variando de 30 a 40 cm por km. O Amazonas, em território brasileiro, cai apenas 2 cm por km.

Conforme a região percorrida a velocidade pode variar com a maior ou menor inclinação do leito do rio. O aumento da velocidade das águas faz com que o rio se torne mais raso, e a sua superfície obedecerá às irregularidades do fundo, formando-se assim as chamadas corredeiras.

Uma vez cessado o período das chuvas, os rios continuam por longo tempo a correr, abastecidos pela reserva de água acumulada no solo ou nas rochas, que se vai escoando lentamente.

7.2.3 Relações entre a Água de Superfície e a Água Subterrânea

Apontamos as seguintes vantagens das águas subterrâneas em relação às águas superficiais:

- São mais protegidas da poluição;
- O custo de sua captação e distribuição é muito mais barato. A captação pode ser próxima da área consumidora, o que torna mais barato o processo de distribuição;
- Em geral não precisam de nenhum tratamento, o que, além de ser uma grande vantagem econômica, é melhor para a saúde humana;
- Permitem um planejamento modular na oferta de água à população, isto é, mais poços podem ser perfurados à medida que aumente a necessidade, dispensando grandes investimentos de capital de uma única vez.

Ao contrário do que muita gente pensa, a água subterrânea não é uma reserva inesgotável. A quantidade de água ali armazenada leva algumas vantagens em relação a água de superfície, como não perda por evaporação e menor contaminação por agentes poluentes. Contudo sua qualidade depende de fatores externos que comprometem seriamente esse aspecto ao longo do tempo. Todos esses fatores sofrem influência da ação direta do ser humano, seja através dos esgotos domésticos, dos afluentes industriais e do uso intenso de insumos agrícolas (adubos e defensivos). Há ainda o uso de grande quantidade de água na irrigação, que na maioria das vezes é realizada sem nenhum controle, o que vem a comprometer a quantidade da água subterrânea. Esse uso

torna-se mais preocupante no período da estiagem e, principalmente, em períodos de secas prolongadas. Dessa forma, não há uma recarga da água subterrânea que, aliado ao uso abusivo, compromete o volume de água armazenado no lençol freático, podendo chegar ao seu esgotamento por completo. Assim se a quantidade de água que está sendo extraída do reservatório subterrâneo for maior que a água da recarga, que vem da infiltração da água das chuvas ou do leito dos rios, há um abaixamento considerável do nível do lençol freático, podendo até mesmo secar. Dessa forma se faz necessário, ao longo do ano, a realização de um balanço de água na propriedade, ou seja, acompanhar o volume de água das precipitações (chuva), a quantidade de água que é evapotranspirada e, conseqüentemente, a necessidade de água da cultura, o que irá corresponder à lâmina de irrigação (quantidade de água aplicada na planta).

7.2.4 Fatores de Influência

Água Subterrânea

A quantidade e qualidade da água subterrânea podem ser comprometidas pela falta de gerenciamento deste recurso. Sabemos que o ciclo das chuvas repõe a água constantemente, mesmo nas regiões que há problemas de escassez, no caso do semi-árido nordestino. Contudo o uso do solo sem medidas conservacionistas, o uso abusivo de adubos e defensivos químicos e o uso inadequado da irrigação, comprometem o uso sustentado da água. Por uso sustentado entende-se o uso da água que não provoque a degradação de suas fontes e de suas qualidades, permitindo que as gerações futuras possam também dela dispor para sua sobrevivência.

Inúmeras atividades do ser humano introduzem no meio ambientes substâncias ou características físicas que ali não existiam antes, ou que existiam em quantidades diferentes. A este processo chamamos de poluição. Assim como as atividades desenvolvidas pela humanidade são muito variáveis, também o são as formas e níveis de poluição.

No geral os depósitos de água subterrânea são bem mais resistentes aos processos poluidores do que os de água superficial, pois a camada de solo sobrejacente (acima) atua como filtro físico e químico. A facilidade de um poluente atingir a água subterrânea depende da capacidade de permeabilidade do solo da rocha e sedimentos, além da profundidade do lençol freático, o que implica que quando mais perto da superfície maior é o risco de contaminação.

O teor de matéria orgânica existente sobre o solo também influencia, uma vez que a mesma tem grande capacidade de adsorver uma quantidade de substâncias contaminadoras. A técnica do plantio direto tem mostrado que o aumento do teor de matéria orgânica no solo tem sido responsável por uma grande diminuição do impacto ambiental da agricultura. Têm diminuído a quantidade de nitrato (adubo a base de nitrogênio) e sedimentos carregados para os cursos d'água (rios lagos e água subterrânea).

Os adubos químicos e os agrotóxicos utilizados intensamente na agricultura tradicional são prejudiciais à qualidade da água, mesmo quando não se pratica a irrigação. Com o tempo o resíduo acumulado no solo é transportado pela água de infiltração, culminando na contaminação do lençol freático. Os agrotóxicos em geral são nocivos devido ao seu efeito tóxico. Já os adubos originam um excesso de substâncias nutritivas na água

(eutrofização), que produz a proliferação de algas e plantas aquáticas. Associada a este fenômeno verifica-se frequentemente a decomposição da matéria orgânica e a conseqüente carência de oxigênio.

A realização de práticas agressivas ao solo, também comprometem a água subterrânea. Um exemplo disso é a prática da queimada que acaba com toda a matéria orgânica do solo. Esse procedimento favorece o escoamento superficial, dificultando, dessa forma, a infiltração e, conseqüentemente, a recarga do lençol freático. O plantio sem curva de nível, também irá favorecer o escoamento superficial.

Nas proximidades das vilas temos problemas associados às seguintes descargas de poluentes: efluentes líquidos provenientes de pequenas unidades de beneficiamento de leite, fruta e carnes; vazamentos de depósitos de combustíveis; chorumes (material líquido) provenientes de depósitos de lixo doméstico e de criações de animais (apricos, pocilga e estábulos); contaminação originado por esgotos domésticos.

Todas as águas naturais possuem, em graus distintos, um conjunto de sais em solução, sendo que as águas subterrâneas possuem, em geral, teores mais elevados do que as águas superficiais, por estarem intimamente expostas aos materiais solúveis presentes no solo e nas rochas. A quantidade e tipo de sais presentes na água subterrânea dependerão das características do subsolo, do tipo e velocidade do fluxo subterrâneo, da fonte de recarga do aquífero e do clima da região. Em áreas com alto índice pluviométrico a recarga constante dos aquíferos permite uma maior renovação das águas subterrâneas, com a conseqüente diluição dos sais em solução, ou seja, menor salinidade. Já na nossa região semi-árida, a pequena precipitação, associada à alta evapotranspiração, leva a uma salinização na superfície do solo através da evaporação da água que sobe por capilaridade (caminho que a água percorre através dos microporos). Por ocasião das chuvas mais intensas os sais mais solúveis são carreados para as partes mais profundas do aquífero aumentando sua salinidade. Isto é o que acontece no Nordeste Brasileiro, onde, em muitas áreas, o problema consiste muito mais na salinização excessiva da água do que na inexistência da mesma.

Água de Superfície

É comum hoje em dia escutarmos a notícia de que um rio que corria água o ano todo está morrendo, ou se encontra morto. Mas o que isso significa?

A morte de um rio significa que aquele rio que era rico em água, cuja sua vazão ocorria o ano todo, ou grande parte deste, se encontra seco ou com a sua vazão comprometida. Dessa forma quais seriam as causas que originam tal acontecimento?

Em termos de qualidade e quantidade, não só dos rios, mas de toda água superficial, a preservação e a recuperação das matas ciliares, aliadas às práticas de conservação e ao manejo adequado de solo, garantem a proteção destes recursos naturais.

A cobertura vegetal desempenha um papel importantíssimo. As matas fazem diminuir o escoamento imediato, permitindo ao solo uma absorção e infiltração lenta e eficiente. Grande parte da água fica retida nas folhas das árvores, que ao mesmo tempo impedem o impacto direto da gota de água no solo. As folhas das árvores e as raízes constituem excelente proteção contra a erosão que é a grande inimiga do solo arável e das

pastagens. Estas também, quando bem formadas, retardam o escoamento, mas em muito menor escala.

As principais funções das matas ciliares são:

- Controlar a erosão nas margens dos cursos d'água, evitando o assoreamento dos mananciais;
- Minimizar os efeitos das enchentes;
- Manter a quantidade e a qualidade das águas;
- Filtrar os possíveis resíduos de produtos químicos como agrotóxicos e fertilizantes;
- Auxiliar na proteção da fauna local.

Dessa forma, para conservarmos esses recursos é preciso manter a vegetação as margens dos reservatórios para que esses benefícios sejam alcançados.

Além das funções debatidas acima, a vegetação também contribui para a diminuição do efeito da evaporação da água. Para reduzir esse efeito, principalmente na nossa região, onde a evapotranspiração excede a precipitação, é necessário que se construam reservatórios com menor espelho d'água possível, favorecendo a profundidade. Assim, quanto menor for a superfície de contato da água com os raios solares, menor será o efeito da evaporação. Além disso, a vegetação iria reduzir ainda mais esse efeito, uma vez que na sua ausência cria-se uma zona quente e de baixa umidade devido à absorção do calor por parte do solo descoberto. Seu aquecimento transmite esse calor ao espelho d'água que somado ao calor gerado pelo contato direto com os raios solares esquenta ainda mais gerando uma maior evaporação da água. Dessa forma a vegetação iria absorver esse calor, que não seria transmitido para o solo, pois parte desse calor é convertido em vapor d'água através da transpiração.

Além da ausência de vegetação, a falta de práticas de conservação e de cuidados com o meio ambiente influencia a água superficial.

O plantio as margens dos rios e barragens, substituindo a vegetação natural, traz sérios problemas à qualidade da água. O uso inadequado de produtos fitossanitários (agrotóxico) aliado ao uso abusivo dos fertilizantes químicos, deixam resíduos no solo que são transportados via escoamento superficial ou infiltração para dentro desses reservatórios. As conseqüências disso é um enriquecimento do teor de nutriente das águas, o que favorece o desenvolvimento de plantas aquáticas que irão competir por oxigênios com os peixes, causando suas mortes.

O acúmulo dos agrotóxicos forma uma fonte potencial de intoxicação para os animais, as plantas e conseqüentemente ao homem.

O uso inadequado da irrigação também traz sérios riscos à água superficial. Seu uso excessivo, sem nenhuma forma de controle, diminui a quantidade da água no período da estiagem, além de ocasionar um acúmulo de sais no solo, trazendo sérios problemas para o mesmo. Esses problemas comprometem de forma direta.

No semi-árido brasileiro, os problemas com a qualidade da água são extremamente preocupantes. Nossos grandes rios e seus afluentes não escapam a regra e são tratados

como esgotos a céu aberto. Ao longo da bacia dos rios (área que capta água e contribui para o abastecimento dos rios) comunidades se estalam e o mesmo descuido se repete. Animais mortos, lixo doméstico, esgotos, plásticos, e todo tipo de substâncias químicas jogadas pelas fábricas, unidades de beneficiamento (leite e carne, por exemplo) e empreendimentos agrícolas têm como destino as águas dos rios.

A conservação da vegetação natural, o manejo adequado do solo, o uso adequado da irrigação e o desenvolvimento de uma agricultura sustentável proporcionam uma proteção contra os agentes de poluição que comumente afetam os mananciais de água na superfície. Além de desenvolver mecanismos naturais de filtração e autodepuração (autopurificação) que ocorrem no subsolo, resulta numa água de excelente qualidade.

7.3 Manejo Sustentado das Fontes

Sabemos que a água hoje é um tema bastante discutido em nosso meio, principalmente em regiões onde há escassez deste recurso. O Brasil é um pai privilegiado, podendo ser considerado rico em água. Contudo apresenta um grande problema de concentração de água. Para se ter uma idéia, 72 % da água doce do Brasil está na região amazônica que concentra apenas 8% da população brasileira. Por outro lado, o Nordeste que é uma região muito mais populosa, detém apenas 3% da água doce do país, sendo que 2/3 deste volume se concentra na Bacia do São Francisco. Dessa forma o grande problema se concentra na questão de gerenciamento desse recurso. Como estamos tratando nossas fontes? Como é realizada a sua distribuição? Será que todos têm acesso a água em quantidade e qualidade? O que podemos fazer para um melhor aproveitamento da água? Respondendo essas questões, percebemos que falta em nosso país uma organização em torno da água. Mesmo no semi-árido brasileiro, onde a água é um bem escasso, as organizações e decisões coletivas é a base para o uso da água de maneira sustentável. Daí, a solução para o problema da escassez de água no semi-árido exige que transformemos nossos hábitos e certezas. Por isso a primeira exigência é a da reeducação que deve incluir os preceitos da convivência com nossa realidade, ou seja, devem orientar a população para tomar os cuidados básicos para se adaptar às condições, respeitando sempre o equilíbrio do ambiente.

Dentro da sustentabilidade da água, não podemos deixar de fora a realização do monitoramento, que consiste no conhecimento e acompanhamento da quantidade e qualidade da água. No monitoramento procura-se direcionar todas as ações voltadas para o manejo da água, aplicando práticas que permitam um melhor aproveitamento da água e sua conservação.

No manejo sustentado das fontes de água é de fundamental importância que haja, por parte de toda a comunidade, o conhecimento desses recursos, como as fontes existentes, suas capacidades e finalidades. Aspectos ligados à realização de práticas agrícolas que, por ventura, venham causar danos às fontes devem ser abolidas para que não as comprometam. O uso de tecnologias alternativas deve ser trabalhado dentro da realização de práticas e sistemas de conservação da água e do solo.

7.4. Água e Poluição

Nós, os seres vivos, vivemos bem quando há saúde e equilíbrio no meio ambiente. Para que o homem, os animais e os vegetais possam viver bem, e para que haja equilíbrio ecológico, a água deve ser pura, o ar limpo e o solo fértil.

A poluição é causada por nós mesmos, quando lançamos a água depois de usada diretamente em rios, lagos, mares e águas subterrâneas (podendo conter restos de comida, excrementos e substâncias tóxicas como pesticidas, tintas, sabão, detergentes e graxas).

Com o aumento da densidade demográfica, produzimos quantidades cada vez maiores de lixo. O lixo é um ambiente multiplicador de doenças: abriga moscas, baratas e ratos que são agentes portadores e transmissores de doenças. Além de poluir o solo, esse lixo se infiltra e contamina as águas subterrâneas. Existem algumas soluções para o problema do lixo como enterrar o que é orgânico ou fazer a coleta seletiva, de plásticos, latas e vidros. Usa-se também a incineração, embora não seja recomendada porque polui o ar.

Os pesticidas ou agrotóxicos, usados na lavoura para o combate às pragas, poluem os alimentos e a água, contaminando o homem, podendo causar doenças graves, como o câncer.

O mar tem como maior potencial degradante o petróleo. A descarga dos navios, a retirada do petróleo do mar e os acidentes causam a morte de peixes, aves e mamíferos marinhos, além de impedirem que os vegetais e as algas produzam oxigênio. Sabemos que o mar produz a maior parte de oxigênio do nosso planeta.

No Brasil, menos da metade dos municípios têm coleta de esgotos. Apenas 1% tem o esgoto tratado para não poluir nem contaminar. Somente uma parte da água consumida no Brasil é tratada adequadamente. Hoje, de cada 100 famílias, apenas 58 recebem água encanada. E apenas 6 em 10 sistemas de abastecimento fornecem água confiável. A maioria de nossos rios, lagos, baías e mares recebem água contaminada sem tratamento prévio.

A Baía de Guanabara, por exemplo, recebe 500 toneladas de esgoto doméstico e 50 toneladas de esgoto químico, além de 3.000 toneladas de lixo sólido (como plásticos, que levam mais de cem anos para serem decompostos na natureza) por dia!

O rio Paraíba do Sul, que banha 157 municípios dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, é poluído pelo lixo das indústrias e é nestas águas que a poluição é levada a mais de 15 milhões de brasileiros.

No Brasil, principalmente no Amazonas, Pará e Mato Grosso, há uma tragédia: os garimpeiros usam o mercúrio para a retirada de ouro. Eles próprios se contaminam e ainda poluem os rios da região.

Rios importantes para o abastecimento de água em nosso país também estão contaminados, como o Tietê (SP), o Guaíba (RS) e o Doce (MG e ES).

Quantas praias são impróprias para o banho?

E o que dizer de nossos manguezais estarem sendo destruídos? E das fábricas que expõem gases tóxicos que poluem as nuvens e propiciam a chuva ácida?

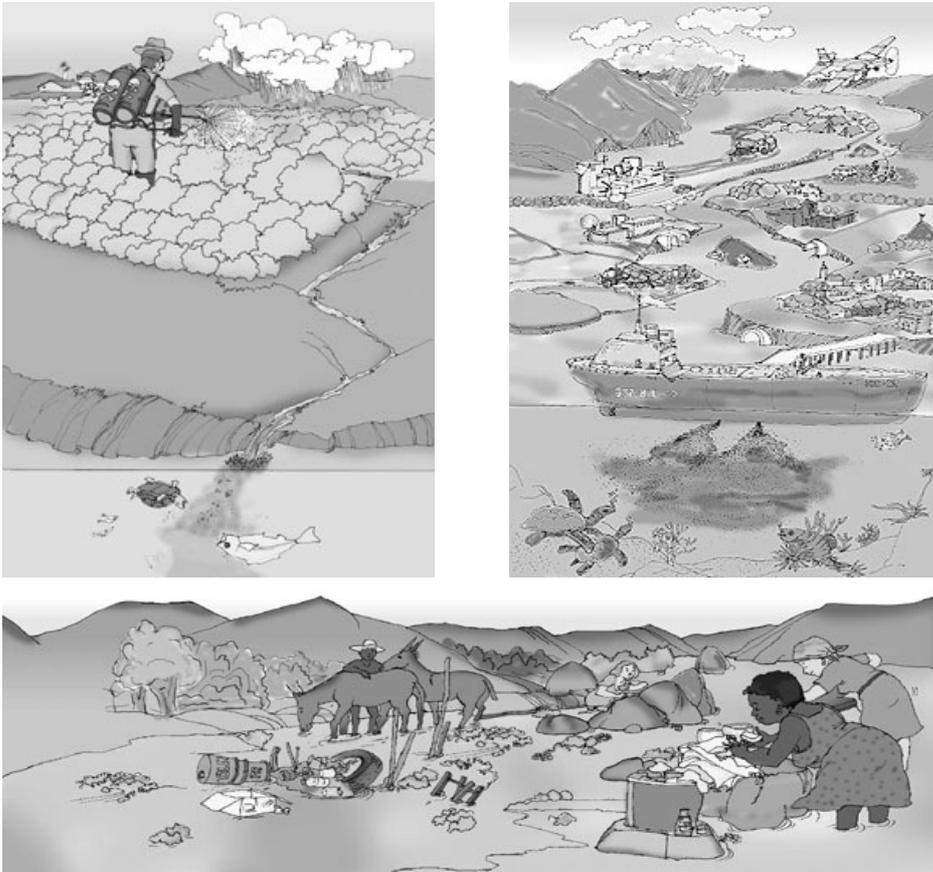


Figura 11: Poluição das fontes de água através da interferência humana

A erosão é um fenômeno que destrói o solo, produzindo sedimento que vai se acumular no leito dos rios, nos poços e barragens. Assim os sedimentos são formas de poluição.

Os fertilizantes químicos e os agrotóxicos são usados em grande quantidade na agricultura para manter alto nível de produção das culturas. Os resíduos de plantas e as dejeções de animais, algumas vezes com microrganismos causadores de doenças, são produtos da atividade agrícola. Quando são conduzidos através do escoamento superficial para as fontes de água estão poluindo esses reservatórios.

A erosão de solo causa acumulação nas partes mais baixas dos terrenos, causando vários problemas como a redução da capacidade de armazenamento dos reservatórios, pois parte do volume destinado ao acúmulo da água está ocupado por sedimentos. Os sedimentos aumentam o custo de tratamento da água, além de causar danos aos animais aquáticos. O acúmulo de fertilizantes irá favorecer nutrientes para o desenvolvimento de plantas aquáticas que irão competir por oxigênio com os peixes, podendo causar a morte dos mesmos. Os sedimentos em suspensão obscurecem a luz necessária ao crescimento das espécies aquáticas.

Na irrigação há o comprometimento do sistema, uma vez que os sedimentos danificam os equipamentos através de entupimentos. O acúmulo de substâncias tóxicas no solo causa problemas na fisiologia da planta, alterando sua nutrição e, conseqüentemente, a

produção. Dessa forma a poluição das águas pode ocorrer através de causas naturais e através da interferência humana (causas não naturais).

Causas Naturais:

- *Enxurradas* – trazem materiais sólidos e sais dissolvidos;
- Chuvas – depositam na água as partículas sólidas e gases vindos da atmosfera.

Causas Não Naturais:

- Utilizando os recursos hídricos como receptor de esgotos das cidades;
- Utilizando os recursos hídricos como receptor dos *efluentes* das casas de farinha, de matadouros;
- Usando agrotóxicos na lavoura;
- Jogando o lixo nas águas ou nas margens dos rios e açudes;
- Construindo esterqueiras – vacarias, currais, pocilgas ou casas de farinha nas proximidades dos corpos de água;
- Contaminação por irrigação com água salina ou poluída;
- Contaminação por fossas.

Efluentes: água que sai de um corpo d'água.

A Figura 12 ilustra como a água subterrânea é contaminada por alguns desses fatores:

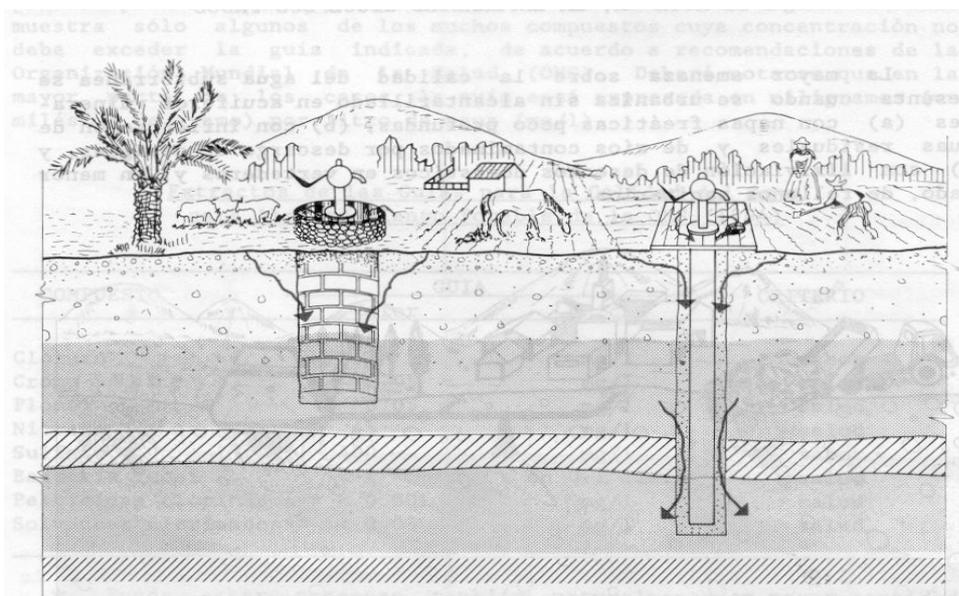


Figura 12: Esquema de contaminação de águas subterrâneas, em áreas rurais (Fonte: Foster e Hirata, 1998).

7.5. A Água e o Corpo Humano

7.5.1 Importância

Tal como o nosso planeta, o corpo humano é composto por aproximadamente 70 % de água. Essa água está em constante movimento, necessitando ser renovada continuamente. Ela é necessária à realização de funções vitais, tais como: a respiração, a

circulação, o funcionamento dos rins, a desintoxicação, a digestão, os sistemas de defesa, e a manutenção da temperatura do corpo, etc.

A título de melhor demonstração, segue a distribuição da água no corpo humano, em termos percentuais:

1. Cérebro 75%
2. Pulmões 86%
3. Fígado 86%
4. Músculos 75%
5. Coração 75%
6. Rins 83%
7. Sangue 81%

Quando existe pouca água no corpo, todo o funcionamento do organismo fica comprometido. É importante bebermos uma quantidade de água suficiente para repormos o que gastamos na transpiração, digestão, urina, entre outras funções orgânicas. Devemos beber, no mínimo de 2 a 4 litros de água.

Dessa forma, auxiliamos o nosso organismo a permanecer equilibrado, resistente às doenças, como também contribuindo para a cura de qualquer problema de saúde existente. Além da água, outros líquidos como sucos e chás, bem como alimentos, a exemplo de frutas e vegetais, são importantes para nossa hidratação.

Se recebermos pouca água, nosso organismo fica desidratado, podendo chegar a apresentar sintomas como cansaço, irritabilidade e indisposição. Mal-estares como: pele seca, cabelos secos, dores de cabeça, problemas digestivos, inflamações, cistites, formação de cálculos (pedras) renais, alterações da pressão arterial, do sistema hormonal, insônia, etc. são sinais que revelam hábitos de uma má hidratação do nosso corpo.

7.5.2 Saúde

A qualidade e quantidade da água têm influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento das sociedades. Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde) *“todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições sócio-econômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”*.

Além de precisarmos beber água numa quantidade adequada, faz-se necessário que essa água seja purificada, pois de outra formas podemos adquirir vários tipos de doenças. A nossa saúde depende de uma oferta segura de água.

Uma oferta segura de água significa que ela seja ofertada às comunidades sem promover riscos à saúde das pessoas; que a quantidade seja suficiente para atender todas necessidades domésticas incluindo hidratação e higiene; que esteja disponível continuamente e que tenha um custo acessível.

Segundo a OMS, a prioridade é sempre fornecer água aos consumidores, mesmo que sua qualidade não seja satisfatória. A quantidade mínima de água para consumo humano corresponde a 14 litros por dia e a 420 litros, por mês.

7.5.3 Doenças

Os relatórios publicados pela OMS (Organização Mundial de Saúde), OPAS (Organização Pan-Americana de Saúde) e Banco Mundial, entre outras instituições internacionais refletem uma realidade trágica no que diz respeito à gravidade dos problemas de saúde das populações de países pobres e em desenvolvimento, relacionados a uma situação de escassez de água e ausência de saneamento básico. De acordo com relatório da OMS ano de 2000, no mundo a cada oito segundos uma criança morre devido a uma doença relacionada à água.

As principais doenças infecciosas ligadas à água são:

- Causadas diretamente pela água, provocadas pela ingestão de água contaminada com urina ou fezes humanas e ou de animais, contendo bactérias ou vírus patogênicos. São elas: cólera, febre tifóide, amebíase, leptospirose, giardíase, hepatite e diarreia aguda.
- Causada pela falta de limpeza e de higiene com a água: provocadas por má higiene ou contato com água contaminada. São elas: escabiose (sarna), pediculose (piolho), conjuntivite bacteriana aguda, tracoma, salmonelose, etc.
- Causadas por parasitas encontrados em organismos que vivem na água ou por insetos vetores com ciclo de vida na água: esquistossomose, dengue, malária, febre amarela, entre outras.

Segue abaixo a descrição da etiologia e dos sintomas das mais graves e ocorrentes doenças relacionadas com a má qualidade da água e **com** a falta de saneamento.

a) Leptospirose

A leptospirose é causada pela bactéria *Leptospira interrogans*, que é eliminada através da urina de animais, principalmente o rato de esgoto, e sobrevive no solo úmido e na água. Essa bactéria penetra no organismo através do contato da pele com a água, bem como pela ingestão de água e alimentos contaminados. A maior parte dos casos dessa doença se dá em locais onde não existe saneamento básico, coleta regular de lixo e falta de drenagem de águas pluviais, em casos de enchentes.

Os sintomas da leptospirose são os seguintes: febre alta, sensação de mal estar, dor de cabeça, dor muscular intensa, cansaço, dores abdominais, náuseas, vômitos e diarreia, podendo levar à desidratação. É comum que os olhos fiquem acentuadamente avermelhados e que apareçam manchas vermelhas na pele.

O mais adequado é diagnosticar e tratar precocemente os casos suspeitos. O seu tratamento deve ser feito principalmente com hidratação, não devendo ser utilizados antibióticos nem medicamentos para dor ou para febre que contenham ácido acetil-salicílico.

b) Hepatite A

A hepatite A é causada por um vírus. A sua transmissão é fecal-oral, podendo ocorrer também por meio da ingestão de água e alimentos contaminados ou diretamente de uma pessoa para outra. Essa doença é comum onde o saneamento básico é deficiente. Em crianças, a hepatite A frequentemente apresenta manifestações discretas. A vacinação contra a hepatite A é feita com duas doses, observando-se um intervalo de seis meses entre elas.

c) Febre Tifóide

A febre tifóide é causada pela bactéria *Salmonella typhi*, adquirida através da ingestão de água e alimentos contaminados. Além da vacinação, a maneira mais segura de evitar seu contágio é tratar a água e os alimentos, controlar o lixo, observar boas condições de higiene, bem como identificar e vigiar os portadores da doença. Os seus sintomas são dor de cabeça, fadiga, febre, falta de apetite. Se não for tratada rapidamente, o paciente pode apresentar hemorragia nasal, tosse, diarreia, estado de torpor, e em alguns casos podendo levar a morte. A febre tifóide também é conhecida como doença das mãos sujas. Por isso, fique esperto: água e sabão sempre!

d) Cólera

A cólera é causada pelo vibrião colérico *Vibrio cholerae*, uma bactéria em forma de vírgula ou bastonete que se multiplica rapidamente no intestino humano eliminando potente toxina que provoca diarreia intensa. Essa doença é transmitida através da ingestão de água ou alimentos contaminados.

Seu tratamento imediato é o soro fisiológico ou soro caseiro que repõe a água e os sais minerais ao corpo. A receita do soro caseiro é a seguinte: uma pitada de sal, meia xícara de açúcar e meio litro de água tratada. No hospital, a doença é curada com doses de antibióticos.

As principais formas de prevenção da cólera são constituídas pelo tratamento da água, do esgoto e a higiene. A vacina existente é de baixa eficácia (50% de imunização) e de efeito retardado (de 3 a 6 meses após a aplicação).

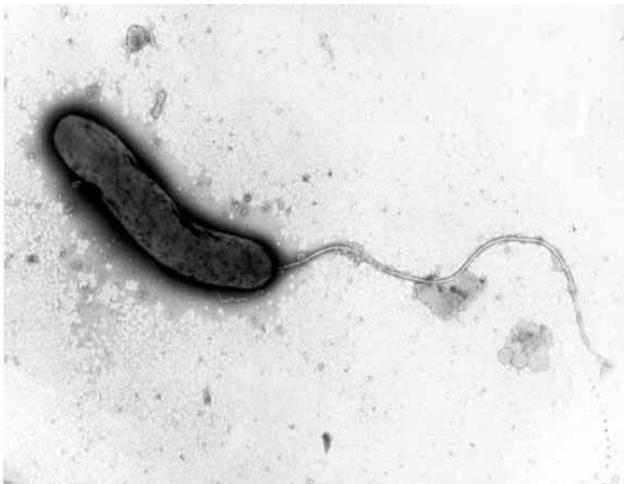


Figura 13: Vibrião Colérico (*Vibrio cholerae*). Fonte: www.cives.ufrj.br

e) Esquistossomose

A esquistossomose é uma infecção causada pelo parasita *Schistosoma manson*, sendo popularmente conhecida como “barriga d’água”, por apresentar esse sintoma como o mais característico.

Seu principal hospedeiro é o homem. A partir de suas fezes e urina, os ovos do verme são disseminados na natureza. Esse verme possui ainda um hospedeiro intermediário que são os caramujos, caracóis ou lesmas que se desenvolvem em águas não tratadas. O homem é infectado por ele através da pele, resultando uma inflamação na mesma.

A ilustração abaixo mostra um esquema do ciclo de vida do esquistossomose:

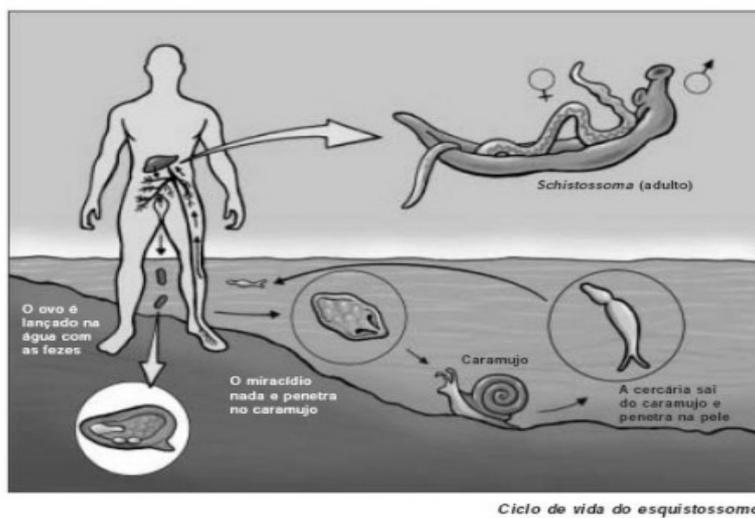


Figura 14: Ciclo de vida do esquistossomo. Fonte: www.cives.ufrj.br



Figura 15: Caramujo do gênero *Biomphalaria*. Fonte: www.cives.ufrj.br

Na água, o parasita nada em busca de seu hospedeiro definitivo e penetra o caramujo do gênero *Biomphalaria* (Figura 15), onde se multiplica.

O sintoma de crescimento da barriga é devido às inflamações no fígado e baço, onde o parasita e seus ovos se instalam. Acompanhando esse sintoma, surge quadro de febre, calafrios, diarreia constante, dores abdominais, náuseas, vômitos e tosse seca. Se ela for crônica, pode levar o paciente à morte.

A esquistossomose é uma doença endêmica em diversos países da Península Arábica, África e América do Sul. As principais estratégias para controle da doença se baseiam no tratamento dos portadores, saneamento básico (esgoto e tratamento das águas) e educação em saúde.



Figura 16: Esquistossomose. Fonte: www.fiocruz.br

O combate ao caramujo é uma eficaz forma de evitar a esquistossomíase. Algumas sugestões seguem abaixo:

- observar bem as águas usadas para tomar banho, pescar, nadar, lavar roupa, regar plantações etc., a fim de verificar se existe o caramujo;
- procurar eliminar o caramujo através de pequenas obras de engenharia, aterro de pequenas lagoas;
- criar nas águas seres vivos prejudiciais ao caramujo, exemplo: plantas, animais, como patos e gansos, etc.
- diminuir a poluição das águas nos meses de estiagem, quando as águas começam a diminuir e os caramujos a se proliferar em grande quantidade;
- aplicar produtos químicos que exterminem, mesmo que temporariamente, os caramujos.

f) Dengue

A dengue é transmitida pela picada do mosquito *Aedes aegypti* infectado com o vírus. Esse mosquito pica durante o dia, principalmente no início da manhã e final da tarde. Os sintomas da dengue são: febre, dor de cabeça, dor no corpo e por trás dos olhos, dores nas articulações e manchas vermelhas na pele.

A pessoa que contrair a doença deve procurar o serviço de saúde, bem como evitar o uso de medicamentos à base de ácido acetil presente em medicamentos como: aspirina, AAS, melhoral.

A melhor maneira de prevenir a dengue é impedir a reprodução do mosquito que procura a água acumulada localizada em recipientes como pneus, latas, garrafas plásticas, vasos de plantas, calhas de água de chuva (bicas), caixa d'água, cisternas destampadas, etc.

O perigo da dengue é que os ovos do mosquito continuam vivos até um ano, podendo se desenvolver ao encontrar ambiente propício. Então, o combate à dengue deve ser constante, e não apenas nas épocas de chuva.



Figura 17: O *A. aegypti*, transmissor da dengue. www.fiocruz.br

7.5.4 Tratamento

Para prevenir a contaminação da água e a proliferação de doenças, é importante manter as fontes de água bem cuidadas. Os açudes, barragens e barreiros devem ser cercados e utilizados para várias atividades, dando prioridade ao consumo humano. Dessa forma deve-se evitar atividades que poluam ou contaminem as águas, como por exemplo, tomar banho, bem como banhar animais dentro do reservatório. As cisternas devem ser limpas antes de ser utilizadas e sua água deve ser tratada com cloro ou água sanitária.

Com o objetivo de se evitar doenças causadas pela contaminação de água é importante antes de consumi-la e usa-la para lavar os alimentos, realizarmos alguns métodos de tratamento da água a fim de garantir sua boa qualidade. Seguem abaixo alguns métodos seguros de tratamento da água.

Fervura - Para a descontaminação da água é recomendado ferver a água por pelo menos um minuto.

Hipoclorito (cloro) - O tratamento da água para beber ou preparar alimentos pode ser feito com hipoclorito de sódio a 2 - 2,5% (água sanitária) ou cloro em comprimidos. A OMS recomenda 6 mg de cloro para cada litro de água. O hipoclorito de sódio deve ser adicionado à água no mínimo 30 minutos antes da sua utilização.

Para o tratamento da água pode-se utilizar água sanitária, sem perfume (duas gotas de água para cada litro de água), facilmente encontrada no mercado, devendo constar em sua composição 2,5% de cloro. Para determinar a quantidade certa de água sanitária é bom trocar idéias com o técnico ou agente de saúde na comunidade. O procedimento deste tratamento exige cuidados na utilização, deve-se misturar bem e esperar uma hora para usar a água.

Filtro de barro (filtro alternativo) – Pode-se utilizar o filtro de barro ou o filtro alternativo, caracterizado pelo baixo custo e mesma eficiência do filtro de barro tradicional. O filtro alternativo é constituído por dois baldes do mesmo tamanho, uma vela e torneira próprias de filtros. Fura um balde no centro de sua base para instalar a vela e o outro balde, na lateral inferior, a fim de instalar a torneira. Coloca o balde com a vela em cima do balde da torneira, semelhante ao filtro de barro. É importante se tampar o balde superior com tampa plástica e ou um pano limpo. É indispensável a limpeza da vela com água sanitária ou sal quinzenalmente ou mesmo semanalmente, dependendo do grau de impureza. Tal sistema tem sido disseminado pela equipe do projeto KaR.

Moringa – A moringa (*Moringa oleifera*) é uma planta nativa do norte da Índia. Ela cresce em vários países dos trópicos e se adapta bem em regiões semi-áridas. As sementes trituradas da moringa são excelente purificador natural da água, coagulando material sólido, bactérias e micro-organismos. É importante destacar que a moringa não produz água purificada. Para desinfetar a água, recomenda-se a fervura antes do consumo e utilização para lavar alimentos. Além de ser um purificador natural, suas folhas e sementes são fontes de alimento, ricas em vitamina A, C, cálcio, ferro e fósforo.

Orientação: Para cada litro d'água, use uma semente da moringa. Triture as sementes num recipiente. Após, misture as sementes, já trituradas, a uma xícara d'água limpa, agitando por cinco minutos. Logo em seguida, coe o líquido obtido com auxílio de uma peneira. Esse líquido será adicionado a água a ser tratada, tendo-se o cuidado de agitar com vigor por um minuto, seguido de uma agitação mais leve por cinco minutos. Em seguida, deixe a água em repouso por uma hora, tempo suficiente para que todo material em suspensão seja depositado no fundo do recipiente. Atenção! Passado esse período, o efeito da moringa acaba, e as impurezas voltam a suspensão.

7.6. Uso múltiplo da água

7.6.1 Tipos

Por ser um solvente universal, a água tem mais usos que simplesmente o consumo humano e a satisfação das necessidades vitais dos demais seres vivos. É essa utilização variada que se convencionou chamar de uso múltiplo das águas.

O uso fundamental da água é o seu consumo por parte das pessoas e dos animais. Precisamos dela para beber, cozinhar, lavar, higienizar, dessedentar os animais, etc. Em nível mundial, esse uso responde pela utilização de 10 % da água. No Brasil, o consumo humano é responsável por 18% da utilização de nossas águas.

Aqui reside um dos maiores problemas brasileiro: o saneamento urbano. A água usada no consumo doméstico só deveria ser devolvida aos cursos d'água depois de receber tratamento adequado. Mas e por apresentar um custo muito alto, as companhias de águas de água e esgoto, mesmo sendo de responsabilidade do poder público, muitas vezes despejam o esgoto sem qualquer tratamento, embora cobrem dos consumidores uma taxa que inclui tanto despesas com o consumo (captação, tratamento e distribuição) quanto despesas de escoamento e esgoto.

Na produção agrícola, em particular a irrigação, a água é um fator tão importante quanto o solo. A irrigação consome, em média, 72% da água doce do planeta. É o ramo de atividade que mais consome água. Há países, principalmente asiáticos, que consomem muito mais.

No Brasil, a irrigação consome cerca de 63% da água doce utilizada. Dá-se, sobre tudo na região dos Cerrados, que atinge o oeste baiano, sul do Piauí, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Tocantins, principalmente as bacias dos rios São Francisco, Araguaia e Tocantins, mas já com expansão pela região amazônica.

A produção de grãos necessita de uma grande quantidade de água na irrigação. Para se ter uma idéia, para produzir 1 tonelada de grãos são necessárias 1 mil toneladas de água.

Países com menos água, que não podem arcar com esse tipo de produção, preferem comprar grãos no exterior, transferindo o custo ambiental para países produtores.

A irrigação brasileira está sendo implantada nem sempre considerando a sustentabilidade de ecossistemas frágeis, e o manejo adequado de nossos mananciais. No semi-árido brasileiro, por exemplo, o manejo inadequado da irrigação, associado à ausência do manejo do solo, está promovendo o processo de desertificação.

O setor energético historicamente tem comandado o uso das águas no Brasil. O Código de Águas, de 1934, nasce exatamente em função da instalação das primeiras hidrelétricas, construídas no Rio de Janeiro. Pra se ter uma idéia, enquanto em termos mundiais as usinas hidrelétricas são responsáveis pela produção de 25% da energia elétrica, no Brasil esta cifra tem atingido, nos últimos anos, 97%.

A energia de origem hídrica apresenta conseqüências ambientais graves, como o reassentamento da população e o desflorestamento, para implantação das barragens. Elas inundam solos férteis, diminuem a biodiversidade, e, por fim, provocam o assoreamento dos rios.

Já a indústria responde por 20% do consumo mundial de água doce. O problema não está na quantidade de água empregada na produção, mas, na devolução de dejetos, isto é, nos efluentes.

No Brasil, a indústria é a segunda maior responsável pela poluição dos reservatórios, logo depois dos esgotos domésticos. O custo para tratar essa água, tornando-a reutilizável para o consumo humano, tem que ser cobrado a quem a poluiu, e não a toda a população que vai usá-la.

Além desses usos principais, podemos ainda destacar:

Navegação – Os rios têm grande utilidade, quando navegáveis, para transporte.

Pesca – Essa atividade é uma das mais antigas da humanidade. Em todo o planeta, a pesca é uma atividade largamente praticada. O que preocupa é a atividade pesqueira em escala industrial, sem o compromisso com a sustentabilidade ambiental. Há vários tipos de pesca, principalmente a artesanal e a industrial. A primeira é praticada com meios mais simples e sob domínio das populações pesqueiras. A segunda é executada por meios sofisticados e tecnologias consideradas avançadas.

Uso para o lazer – A água sempre foi fator importante para o lazer: nadar, mergulhar, pescar, surfar, sentar-se a beira da praia, procurar as margens e ilhas de rios para o descanso. Pensar no uso múltiplo das águas, portanto, significa superar o conceito economicista, para contemplar o valor de lazer da água.

Uso medicinal – É lendário o uso das águas para finalidades medicinais, principalmente as águas termais. No mundo existem vários lugares cujas águas são consideradas benéficas para tratamento de saúde. O uso medicinal da água alia-se ao lazer e turismo.

Além destes usos, a água tem dimensões, significados que são importantes para muitas pessoas, povos e culturas, sendo elas:

Religiosa: a água tem um forte valor simbólico e religioso para muitos povos (batismo, purificação, etc.).

Poética e artística: a água é elemento na poesia e na música.

Paisagístico: a água compõe as mais belas paisagens do mundo.

Político: muita gente constrói seu poder a partir da água, dominando aqueles que dependem dela. Assim é em todos os países em que predomina o latifúndio e naqueles em que a água está sendo privatizada.

Gênero e geração: de acordo com dados da ONU, o serviço pesado de buscar água é trabalho de mulher e criança. Assim também ocorre no Semi-Árido Brasileiro.

Saúde: água é fundamental à saúde, necessidade primária, direito humano e direito de todos os seres vivos.

7.6.2 Considerações

A lei trata de escassez e não de limitação, ao priorizar o ser humano e os animais. O Código de Águas do Brasil, de 1934, ainda em vigor, no artigo 36, parágrafo 1º, afirma claramente: “Em qualquer hipótese terá preferência a derivação para o abastecimento das populações”.

Portanto, a interpretação deve ser que, não só a prioridade caberá sempre ao abastecimento humano, mas que, em situações de escassez, todos os prejuízos sejam imputados a outros usos (menos nobre) da água.

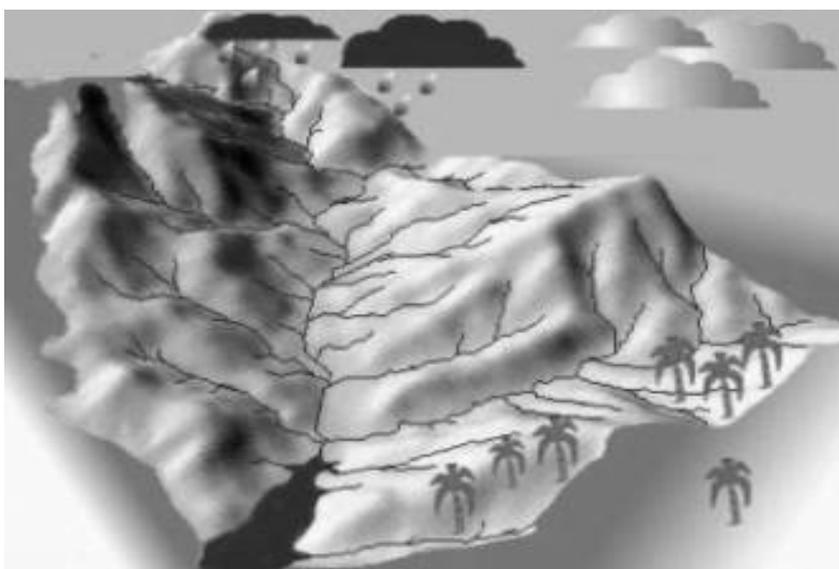
8. Bacia Hidrográfica

8.1 Definição

Bacia hidrográfica pode ser definida como uma área topográfica, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água de forma que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma saída, ou seja, é uma área formada por um rio principal e todos os seus afluentes (Figura 16).

Toda chuva que cai nessa área escorre por seus riachos e rios secundários até o rio principal, que está no ponto mais baixo da área. Mas nem toda água da chuva escorre para os rios. Parte dela infiltra, alimentando os *lençóis subterrâneos*, que também fazem parte da bacia hidrográfica.

Qualquer ação do homem, de ajuda/ preservação ou de prejuízo/ agressão, dentro da bacia hidrográfica, tem repercussão no seu conjunto.



**Lençóis subterrâneos:
reservatórios situados
abaixo da superfície do
solo**

Figura 18: Esquema de uma bacia hidrográfica

Uma bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, que recolhe a precipitação, age como um reservatório de água e sedimentos. Os divisores topográficos ou divisores de água são as cristas das elevações (topos das serras e montanhas) do terreno que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes.

A sua área de drenagem é dada pela projeção da linha fechada dos divisores de água sobre um plano horizontal, sendo geralmente expressa em hectares (ha) ou quilômetros quadrados (km²).

Uma bacia hidrográfica é um sistema que integra as conformações de relevo e drenagem. A parcela da chuva que se abate sobre a área da bacia e que irá transformar-se em escoamento superficial, chamada precipitação efetiva, escoar a partir das maiores

elevações do terreno, formando enxurradas em direção aos vales. Esses, por sua vez, concentram esse escoamento em córregos, riachos e ribeirões, os quais confluem e formam o rio principal da bacia. O volume de água que passa na unidade de tempo é a vazão ou descarga da bacia.

8.2 Comitês de Bacias

A Lei Federal nº 9.433, conhecida como Lei das Águas, instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Os Comitês de Bacia constituem-se base do Sistema de Gerenciamento. Nestes fóruns são promovidos os debates sobre as questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos sendo, por esta razão, chamado por muitos de Parlamento das Águas, dadas as suas atribuições normativas, consultivas e deliberativas.

Estes Comitês são constituídos por representantes dos poderes públicos, dos usuários das águas e das organizações civis, com ações para a recuperação e conservação do meio ambiente e dos recursos hídricos em uma determinada Bacia hidrográfica. Sua criação formal depende de autorização do Conselho Nacional de Recursos Hídricos que editou a Resolução nº 5/2000, a qual estabelece as diretrizes gerais para a sua formação e o seu funcionamento, e de decreto da Presidência da República.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica têm como objetivo a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos naquele território, utilizando-se da implementação dos instrumentos técnicos de gestão, harmonizando os conflitos e promovendo a multiplicidade dos usos da água, respeitando a dominialidade das águas, integrando as ações de todos os governos, no âmbito dos Municípios, dos Estados e da União, propiciando o respeito aos diversos ecossistemas naturais, promovendo a conservação e recuperação dos corpos d'água, e finalmente garantindo a utilização racional e sustentável dos recursos para a manutenção da boa qualidade de vida da sociedade local.

Dentre suas principais competências, destacam-se:

- Arbitrar os conflitos relacionados aos recursos hídricos naquela bacia hidrográfica;
- Aprovar o Plano de Recursos Hídricos;
- Acompanhar a execução do Plano e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- Estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;
- Definir os investimentos a serem implementados com a aplicação dos recursos da cobrança;

9. Manejo e Conservação do Solo

9.1 Importância

O modelo de agricultura até então praticado vem causando sérios problemas na conservação dos recursos naturais. Práticas consideradas de alto grau de degradação

ainda são utilizadas com frequência no dia a dia dos nossos produtores. É importante destacar que a agricultura tradicional limita-se ao alcance de altas produtividades, tendo como base o uso de adubos e defensivos químicos e a mecanização agrícola, o que vem a causar um desequilíbrio ambiental. O esgotamento de nossos solos, a contaminação das águas subterrâneas e de superfície e o desmatamento, são alguns dos problemas gerados por práticas agrícolas inadequadas.

Um dos principais fatores de esgotamento dos solos é a erosão. Consiste num processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento. O escoamento superficial, provenientes das águas de chuva ou da irrigação inadequada, remove e transporta partículas de solos em suspensão e elementos nutritivos essenciais.

A redução na capacidade de infiltração e na capacidade de retenção de umidade do solo é um problema sério. Na maioria dos solos, o subsolo tem baixo teor de matéria orgânica e não é tão permeável como a camada superior. Quando a camada superior é erodida, o subsolo não absorve a água da chuva com a mesma rapidez, e consequentemente haverá mais enxurrada e menos água disponível para as plantas. Também, como a camada superior é removida, haverá menos água armazenada para as plantas.

A erosão é fácil de ser observada. De modo geral, o solo, sobretudo aquele localizado em lugar inclinado, ano a ano vai ficando mais pobre, diminuindo as colheitas. Verificamos que após as chuvas ou irrigação inadequada a água que escorre apresenta uma coloração escura (barrenta), devido a mistura da água com as partículas do solo e nutrientes. Assim, a cada ano que passa, perde-se uma grande quantidade de solo, que a natureza por si só, não tem condições de recuperar em pouco tempo. Isso resulta em colheitas com baixa produtividade e, consequentemente, menor renda para o agricultor.

Em nosso meio é comum o plantio morro abaixo, que consiste em instalar as linhas de plantio no sentido da declividade do terreno. Quando a chuva cai ao é aplicada irrigação, a água encontra o caminho já feito pelas linhas de plantio, ganha velocidade e desce com bastante energia, arrastando partículas do solo, matéria orgânica e nutrientes essenciais para o desenvolvimento dos vegetais. Com o tempo vão-se formando valetas, até o ponto da degradação completa.





Figura 19: Degradação do solo (Fonte: www.mma.gov)

9.2 Características do Solo

É bom que o agricultor saiba como são os solos da sua propriedade, por várias razões:

- Eles servem para sustentar as plantas;
- Contêm nutrientes e matéria orgânica que alimentam as culturas;
- Quando regados, armazenam água para que as raízes a consumam pouco a pouco. Isto quer dizer que os solos têm capacidade de retenção de água, a qual será diferente de acordo com a característica química e física de cada um.
- Também permitirão que a água penetre ou se infiltre em profundidade, de forma rápida ou lenta, isto é, têm capacidade de infiltração.

Assim como há fatores relativos ao clima que são importantes para a irrigação, no caso do solo também existem elementos fundamentais, sendo eles: textura, estrutura e profundidade ou espessura.

No solo as plantas fixam suas raízes e dele retiram elementos minerais para a sua nutrição, além da água e oxigênio.

9.2.1 Perfil do Solo

Quando se faz no solo uma trincheira suficientemente grande em comprimento, largura e profundidade, examinando-se as suas paredes pode-se perceber várias camadas horizontais, em geral separadas uma das outras. O conjunto das camadas é o que chamamos perfil do solo. As camadas são tecnicamente chamadas de horizontes.

As características de cada horizonte tem grande relação com o crescimento das raízes, fornecimento dos elementos nutritivos e retenção de umidade. Os horizontes diferem entre si em uma ou mais propriedades como cor, textura, estrutura, porosidade, permeabilidade, etc. Têm também espessuras variáveis, desde centímetros a alguns metros.

O horizonte superior, denominado de horizonte A, é o que apresenta maior quantidade de matéria orgânica. É de cor escura e fofo, o que o torna bastante permeável a água e

ao ar. É ainda chamado de horizonte de perdas, pois há um transporte de partículas e sais solúveis para o horizonte inferior através da água de infiltração, e perda de umidade através da evaporação e transpiração. É o horizonte de vida mais abundante e nele está 70% das raízes dos vegetais.

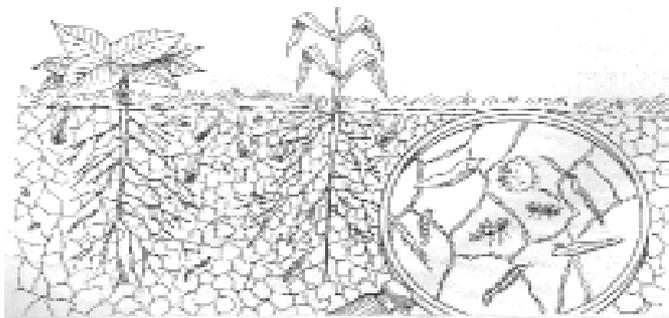


Figura 20: Camada de solo rica em matéria orgânica

Em seguida vem o chamado de horizonte B, também chamado de horizonte de acumulação porque recebe partículas e sais solúveis percolados (transportados) do horizonte A. Tem espessura muito variável sendo sua cor mais clara que o anterior e é mais compacto e mais rico em argila que os demais. Tem menor quantidade de matéria orgânica, como também apresenta menor incidência de raízes.

O horizonte C é o terceiro horizonte. O material rochoso deste horizonte é da mesma natureza do que deu origem aos dois horizontes superiores.

Abaixo do horizonte C se encontra o substrato rochoso ou rocha matriz, que pode constituir um quarto horizonte ou horizonte D.

Num solo completamente maduro ou desenvolvido é essa a seqüência pedológica.

9.2.2 Composição do Solo

Um solo ideal deve apresentar os componentes sólidos, líquidos e gasosos. A parte sólida é constituída pela parte mineral e orgânica, sendo a mineral originada da decomposição da rocha matriz, enquanto a orgânica resulta da decomposição de restos de animais e vegetais, inclusive de micorganismos. A matéria orgânica encontra-se ligada às partículas minerais como se estivessem cimentadas.

Já a parte líquida do solo nada mais é do que uma solução de sais minerais e componentes orgânicos, cuja concentração pode variar de solo e de acordo com o teor de água.

Entre as partículas do solo existem espaços vazios denominados poros. No solo há espaços pequenos (microporos) e espaços maiores (macroporos). Nos poros encontramos água e ar. São através dos poros que o ar e a água se movimentam.

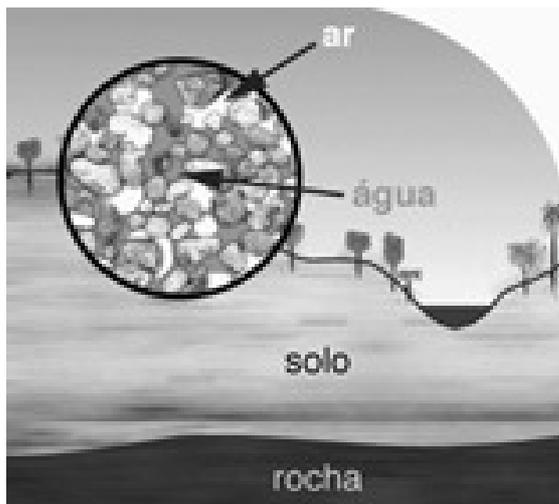


Figura 21: Porosidade do Solo

Num solo bem seco, a maioria dos poros é preenchida pelo ar. Quando o solo recebe muita água, esta vai expulsando o ar e passa a ocupar o seu lugar. É o caso de um solo encharcado. A falta de ar no solo causa a morte e atrofia da maioria das plantas, porque as suas raízes não respiram.

9.2.3 Textura do Solo

Todos os solos se compõem de diferentes quantidades de grãos ou partículas minerais muito pequenas, ainda que de variado tamanho. As mais grossas são as areias, as médias são os siltes e as menores são as argilas. As únicas que podem ser vistas a olho nu são as areias, que medem entre 2 milímetros a 1 centésimo de milímetro (2 mm a 0,01 mm), como no caso, por exemplo das areias dos rios e das praias. O silte e a argila são tão pequenos que só poderão ser vistos com lentes de aumento ou com microscópios.

O silte e a argila são as partículas ou partes do solo que contêm a maioria dos minerais, a matéria orgânica e os outros nutrientes que servem de alimento para as plantas. Por isso convém que os solos contenham alguma argila e silte, devendo-se também cuidar para que não se percam pela erosão.

Ao conjunto formado por areia, silte e argila do solo dá-se o nome de textura do solo.

Quando os solos contêm muita areia e pouca ou nenhum silte e argila, diz-se que são arenosos ou de textura grossa. São solos que retêm pouca água, porque esta se infiltra rapidamente entre os grãos de areia e vai para as camadas mais profundas do solo, fora do alcance das raízes. Assim, têm baixa capacidade de retenção de água e alta capacidade de infiltração. Esses terrenos têm de ser frequentemente irrigados.

Para os solos que apresentam muita argila, e menos silte e areia, diz-se que são argilosos ou de textura fina. São solos que retêm muita água (alta capacidade de retenção de água), a qual se infiltra lentamente (baixa capacidade de infiltração). Esses solos são muito difíceis de trabalhar, pois são muito pegajosos e demoram a secar. As regas devem ser menos frequentes, com pouca água e feitas lentamente, para que a água se infiltre até as raízes. Esses terrenos se alagam ou encharcam com facilidade.

O ideal é que os solos apresentem quantidades equilibradas de areia, silte e argila. Esses solos são chamados de francos ou de textura média.

Solos francos prestam-se a quase todas as culturas, são fáceis de trabalhar e de regar. Não são nem muito pegajosos, nem muito soltos. Retêm água suficiente para as raízes e são infiltrados com facilidade, além de não se encharcarem. Assim, têm boa capacidade de retenção de água e de infiltração.

9.2.4 Estrutura do Solo

Os grãos ou partículas de areia, silte e argila do solo agregam-se e formam torrões que são observados quando o terreno é arado ou através de um corte de estrada. Esses torrões podem ter variadas formas, segundo o tipo de solo.

Estrutura de grãos simples. É muito freqüente nos solos arenosos, pois os grãos de areia não se unem. A água se infiltra rápido demais e o solo quase não a retém. São solos poucos férteis. As irrigações devem ser feitas com mais freqüência e muita rapidez.

Estrutura granular. É freqüente em solos que foram cultivados com pastagens. Os torrões não são muito grandes e têm a forma mais ou menos arredondada. A água se infiltra bem e é retida com facilidade no solo. Em geral, esta estrutura forma-se nos solos de textura média (francos).

Estrutura de blocos. São torrões mais ou menos quadrados e um pouco maiores do que na estrutura granular. A infiltração é moderada (nem muito rápida nem muito lenta) e o solo retém água com facilidade. As irrigações devem ser um pouco menos freqüentes.

Estrutura prismática. Os torrões são maiores e mais alongados. Geralmente ocorre quando os solos são argilosos. A água infiltra-se mais lentamente e as irrigações devem ser mais espaçadas. Os solos com esta estrutura retêm mais água.

Estrutura laminar. Em geral é inadequada para a rega para que as raízes penetrem, pois os solos formam-se em lâminas. A água infiltra-se com dificuldade e o solo facilmente se encharca.

Estrutura compacta. Também é inadequada para a rega, porque quase não se formam torrões e o solo se apresenta como massa coesa. As raízes penetram muito pouco e com dificuldade. A água também pouco se infiltra, e o solo facilmente se alaga ou encharca. Via de regra esta estrutura ocorre em solos muito argilosos. Deve-se regar com pouca água e muito espaçadamente.

A estrutura tem muita importância na irrigação. As duas melhores são a granular e a de blocos, sobretudo se os solos não tiverem muita argila. Essas estruturas ocorrem frequentemente em solos de textura média ou francos e que tenham matéria orgânica. A água é bem retida, infiltra-se bem e as raízes podem estender-se com facilidade. Também são fáceis de arar e irrigar.

9.2.5 A Profundidade ou Espessura do Solo

Quanto mais profundo o solo, melhor para as plantas e para a irrigação. As raízes crescerão bem, buscando nutrientes e água, e será possível plantar culturas de raízes

mais profundas. Não haverá problemas para os solos serem arados e nivelados, se necessário. Caso os declives não sejam muito fortes, poder-se-á utilizar qualquer método de irrigação.

9.3 Irrigação

Hoje, em cerca de 18% da área cultivada mundial utiliza-se irrigação. E esse total corresponde a 44% da produção agrícola no mundo. No Brasil, 5% do total da área cultivada é feita por irrigação, o que corresponde a 18% da produção agrícola no país. A irrigação no semi-árido é essencial para o desenvolvimento da atividade econômica, para a produção e geração de emprego na região. Enquanto em outras regiões a irrigação é complementar, no semi-árido é quase obrigatória, pois sem ela a produção agrícola é praticamente impossível, com exceção das áreas onde é praticada agricultura de sequeiro. Estudo realizado pelo Banco Mundial sobre o impacto da irrigação no semi-árido apontou que, nos perímetros irrigados, o índice de pobreza corresponde a 36,7% enquanto que nos perímetros não irrigados esse índice sobe para 44,6%. O crescimento do PIB nos perímetros com irrigação é de 6,4% ao ano, enquanto nos não irrigados o crescimento é de apenas 2,5%. O crescimento da população rural é de 31,7% nos perímetros irrigados e é negativo nos perímetros sem irrigação (- 41%), demonstrando a diferença de oportunidade de trabalho.

A irrigação tem como objetivo fornecer água às plantas, de maneira que, junto com a adubação, tração animal ou mecânica, controle de pragas e doenças, entre outras, haja aumento da produtividade das culturas. Ela pode ser complementar ou de seca.

As principais vantagens fornecidas pelo uso da irrigação são:

1. Assegura as colheitas mesmo em períodos de seca;
2. Aumenta a produtividade das culturas;
3. Possibilita a fertirrigação.

Apesar de todas essas vantagens, a irrigação precisa ser feita com critérios que obedeam à conservação da água e do solo, para que esses recursos possam ser conservados e perdurem. E nós possamos tirar deles os benefícios que necessitamos para uma vida sustentável e de qualidade.

9.3.1 Consumo de Água na Irrigação

A água disponível no mundo vem diminuindo à medida que a população, a indústria e a agricultura crescem. A agricultura é a atividade que mais consome água. É necessário e urgente diminuir o seu consumo, aumentando, por exemplo, a eficiência da irrigação.

9.3.2 Tipos de Irrigação

Existem dois principais tipos de irrigação, a irrigação superficial e a irrigação pressurizada.

Irrigação Superficial: É o método de irrigação em que a água é aplicada por gravidade através de sulcos ou bacias de inundação. Esse método é de baixa eficiência e pode provocar maior evaporação, erosão e salinização do solo.

Irrigação pressurizada: É o método de irrigação em que a água é aplicada através de tubos, por gravidade ou por bombeamento. A aspersão, o gotejamento e a microaspersão são os sistemas mais conhecidos, mas não são únicos. Existem outros utilizados em pequenas propriedades, como o xiquexique e a fita (macarrão), que são métodos de irrigação localizada. As principais vantagens dos métodos localizados são:

- Alta eficiência de aplicação de água e fertilizantes;
- Maior possibilidade de utilização de bombas de baixa potência;
- Economia de energia;
- Possibilidade de uma maior jornada de trabalho;
- Maior automação do sistema.

9.3.3 Tipos de Irrigação Superficial

Sulco - Este é um dos mais antigos e arcaicos sistemas de irrigação utilizados até hoje, podendo ser feito pelo próprio agricultor. Esse método consiste na abertura de valas entre as linhas de cultivo por onde escoará a água, irrigando as plantas. Esse método requer grande quantidade de água e muita mão de obra. Ele também pode causar uma série de problemas, como a diminuição da permeabilidade do solo e erosão.



Figura 22: Irrigação por sulco

9.3.4 Tipos de Irrigação Pressurizada

Aspersão – A água é aplicada na lavoura por meio de aspersores instalados ao longo de linhas de tubos (PVC ou aço). Em geral, a aspersão convencional é formada por um conjunto moto-bomba, linha principal e linha de aspersores.



Figura 23: Irrigação por aspersão

Microaspersão - Sistema de irrigação localizada em que são utilizadas linhas de aspersores de pequeno porte que criam um campo úmido circular em torno da planta. Diferente da aspersão convencional, o microaspersor tem um raio de atuação menor, não joga água nas folhas e na copa das plantas, por isso é um método de irrigação localizada. Ainda, o microaspersor, por ser um sistema de aspersão em pequeno porte, gera gotículas de tamanho reduzido, evitando a compactação do solo.



Figura 24: Irrigação por microaspersor

Xique-xique - É um sistema simples, e capaz de apresentar alta eficiência. Pode ser feito pelo próprio agricultor, que fura manualmente tubos de plásticos ou mangueiras. Os furos são feitos com instrumentos pontiagudos, e cobertos por uma luva de proteção. A luva contribuirá para que a água do furo pingue e não jorre. Normalmente essa luva é colocada a partir de um tubo de maior diâmetro, para que seja sobreposto ao tubo/mangueira inicial.



Figura 25: Irrigação Xique-xique

Fita de Irrigação – É um sistema de irrigação semelhante ao xique-xique. A principal diferença está em não possuir a luva feita com um pedaço do tubo. Isso permite que a água saia em forma de um pequeno jato, que deve estar direcionado às raízes da planta.

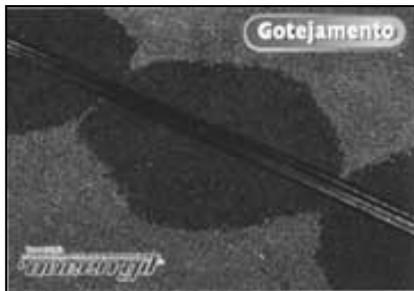


Figura 26. Fita de irrigação.

Gotejamento - O gotejamento é o sistema de irrigação pelo qual a água é transportada gota-a-gota até a base da planta, sendo absorvida pelas raízes em pequenas quantidades. Por esse método, é possível levar à planta somente a quantidade de água necessária.



Figura 27. Irrigação por gotejamento

A escolha do sistema contribuirá para a eficiência da irrigação e para a economia hídrica. Observando a Tabela 1 abaixo percebemos que a irrigação localizada é a que apresenta maior eficiência do ponto de vista de aproveitamento da água pela planta. Isto se deve ao fato de que até 95% da água aplicada é absorvida pelas raízes da planta, e assim praticamente não há perda de água por infiltração, escoamento superficial e, principalmente, não há perda por evaporação. Isso faz com que os riscos com a salinidade sejam diminuídos e a água melhor aproveitada. Também percebemos que este sistema além de ser o mais econômico do ponto de vista do aproveitamento da água, é o que apresenta menor consumo de energia e, portanto de recursos financeiros. Algo que poderia ser apontado como fator limitante para a implantação de sistemas de irrigação localizada é o custo de implantação desses sistemas, que é superior ao da aspersão convencional. No entanto, se levarmos em conta a economia de água e energia elétrica, a possibilidade de podermos irrigar à noite, a vantagem desses sistemas serem de mais fácil manejo e a diminuição dos riscos de salinização do solo, chegaremos, facilmente, à conclusão de que este é um bom investimento do ponto de vista da sustentabilidade.

Tabela 1: Eficiência de Irrigação e Consumo de Energia de Diferentes Métodos de Irrigação

Método de Irrigação	Eficiência de Irrigação (%)	Uso de Energia (kWh/m ³ de água bombeada)
Por superfície	40 a 75	0,03 a 0,3
Por aspersão	60 a 85	0,2 a 0,6
Localizada	80 a 95	0,1 a 0,4

Tabela 2: Custo de implantação de diferentes métodos de irrigação. (Pesquisa feita em Janeiro de 2005).

Método de Irrigação	Custo de implantação por ha
Aspersão	R\$ 1.500,00 a R\$ 2.500,00
Microaspersão	R\$ 2.000,00 a R\$ 3.500,00
Gotejamento	R\$ 3.000,00 a R\$ 5.000,00

9.3.5 Problemas Causados pelo Mau Uso da Água na Irrigação

Alguns problemas frequentes são a lixiviação, erosão, salinização e desertificação. Devemos conhecer e aplicar as técnicas de manejo, para evitar esses problemas, na tentativa de buscar uma agricultura sustentável.

Lixiviação: É a lavagem do solo pela água das chuvas ou pela água de irrigação. Quando essas águas caem no solo em excesso, elas carregam os nutrientes e o próprio solo. A lixiviação ocorre com mais intensidade quando o solo está descoberto.

Erosão: É a perda de partículas do solo, que ocorre principalmente por causa da ação da água e do vento. Esse fenômeno ocorre no mundo inteiro. Qualquer solo sem vegetação, ou com pouca vegetação, está sujeito à erosão. Quanto maiores as quantidades de matéria orgânica, menores os riscos de erosão.

Salinização: É decorrente do manejo inadequado da água de irrigação e das características climáticas e hidrogeológicas (referente a água e tipo de rochas) da região. Se uma terra irrigada não é drenada da maneira certa, o solo se torna encharcado. O sal da terra ou mesmo da água irrigada fica na superfície do solo, que se torna inútil para o cultivo. Esse processo é conhecido como salinização. A terra é abandonada, e a vegetação natural morre.

Tabela 3: Relação entre a produtividade das culturas com a condutividade elétrica do solo (CEs) e a condutividade elétrica da água (CEi)

Culturas	Produção Potencial									
	100%		90%		75%		50%		“Zero%”	
	CEs	CEi	CEs	CEi	CEs	CEi	CEs	CEi	CEs	CEi
Feijão(<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Milho(<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Sorgo(<i>Sorghum bicolor</i>)	6,8	4,5	7,4	5,0	8,4	5,6	9,9	6,7	13	8,7
Alface(<i>Lactuca sativa</i>)	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,2	3,4	9,0	6,0
Beterraba(<i>Beta vulgaris</i>)	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15	10
Cebola(<i>Allium cepa</i>)	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5,0
Cenoura(<i>Daucus carota</i>)	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,1	8,1	5,4
Pepino(<i>Cucumis sativus</i>)	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10,0	6,8
Repolho(<i>Brassica oleracea capitata</i>)	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6	12,0	8,1
Tomate(<i>Lycopersicon esculentum</i>)	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	13,0	8,4

Desertificação: Segundo a Agenda 21 a desertificação “é a degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de diferentes fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas”. Atualmente, as zonas degradadas e improdutivas estão crescendo e engolindo terras agrícolas, ameaçando plantas nativas e animais em extinção e criando desertos artificiais. Uma das causas da desertificação é a irrigação feita de maneira errada, o uso inadequado dos solos e a devastação da vegetação nativa.

9.4 Práticas de Conservação

Algumas das causas de esgotamento de nossos solos pela erosão podem ser controladas, e todas as técnicas utilizadas para aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças do processo erosivo denominam-se práticas conservacionistas.

Dessa forma, para que seu solo apresente um melhor aproveitamento e retenção de água, além da observação das propriedades citadas acima, deve-se realizar práticas conservacionistas. Tais práticas são medidas usadas com o objetivo de explorar o solo de maneira sustentável, ou seja, realizar práticas que propiciem o máximo de produção sem que o solo perca as suas características desejáveis, ao longo do tempo.

A redução na capacidade de infiltração e na capacidade de retenção de umidade do solo é um problema sério. Na maioria dos solos, o subsolo tem baixo teor de matéria orgânica e não é tão permeável como a camada superior. Quando a camada superior é erodida, o subsolo não absorve a água da chuva com a mesma rapidez, e conseqüentemente haverá mais enxurrada e menos água disponível para as plantas. Também, como a camada superior é removida, haverá menos água armazenada para as plantas.

9.4.1 Cobertura Morta

A cobertura do solo com restos de plantas é uma das mais eficientes práticas de conservação. Protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, evitando o escoamento superficial e, conseqüentemente a erosão. Contribui para conservação da água no solo pois além de reter em sua estrutura a umidade, evita a incidência direta dos raios solares sobre o solo, diminuindo a temperatura o que reduz as perdas por evapotranspiração. O controle da temperatura contribui, ainda, para o desenvolvimento de microrganismos que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Uma vez decomposta, fornece nutrientes para as plantas de maneira equilibrada.

A matéria orgânica também contribui para uma melhor estruturação do solo, favorecendo a circulação de ar e infiltração da água, uma vez que deixa o solo bastante fofo. Outro fator bastante interessante é que a matéria orgânica além de reter a umidade do solo em sua estrutura, retêm ainda os nutrientes do solo, evitando suas perdas pela passagem de grandes quantidades de água através do solo tanto pela irrigação inadequada quanto pelo excesso de chuva.



Figura 28: Cobertura morta

9.4.2 Plantio em Curva de Nível:

Na curva de nível, o plantio é feito no sentido contrário ao escoamento superficial, ou seja, ao contrário da declividade do terreno. Dessa forma, ao se processar o escoamento, a água encontra barreiras e não ganha velocidade, o que favorece sua penetração no solo e evita a erosão.

Para plantar em curva de nível é preciso primeiramente traçar as curvas de nível, que são linhas ao longo da área de plantio com a mesma cota, ou seja, mesma altura (Figura 27). Dessa forma faz-se necessário a confecção de instrumento para sua realização. Esse instrumento é denominado de nível A ou “Pé de galinha”, sendo bastante simples de fazer e de baixo custo (Figura 28). Para a sua confecção, faz-se um A com três varas ligando as mesmas com arame ou pregos. Na parte de cima do instrumento, prende-se um barbante amarrado a uma pedra. Na vara da base deve-se marcar o centro, que será a medida do nível do instrumento.



Figura 29: Plantio em curva de nível

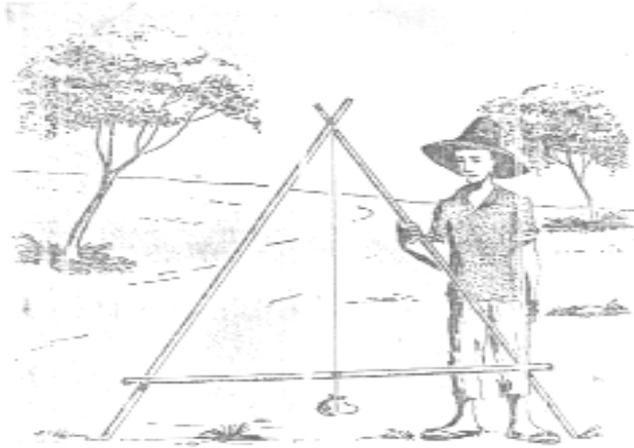


Figura 30: Nível A ou “pé de galinha”

Para fazer curva de nível usando o “pé de galinha”, primeiro deve-se fazer alguns piquetes para marcar cada ponto determinado pelo aparelho. Em seguida, começar tirando o nível do terreno da parte mais alta do plantio até chegar ao final, na parte mais baixa. Após marcadas as primeiras linhas, já pode ser iniciada a aração, seguindo as linhas determinadas pelo “pé de galinha”, até chegar na próxima linha.

9.4.3 Plantio em Faixa de Retenção:

Esta prática consiste na utilização da terra distribuída em faixas. Uma são empregadas para o cultivo de culturas anuais, enquanto outras são ocupadas por vegetação de proteção, constituída por plantas, de maior quantidade por área do que a quantidade das culturas anuais. A largura destas faixas varia de 8 a 15m, podendo, contudo, em casos especiais, serem mais largas.

Nestas faixas são sempre plantadas forrageiras de corte, como: capim elefante, capim colômbio, feijão guandu ou deixando a própria vegetação nativa.

9.4.4 Rotação de Culturas:

É prática importantíssima na preservação da fertilidade do solo. Os solos não devem ser plantados muitos anos seguidos com a mesma lavoura, pois cada espécie de planta retira do solo uma quantidade de cada nutriente (alimento). Assim, o milho e feijão necessitam de quantidade diferente de nitrogênio, potássio e fósforo.

Também se plantamos seguidamente a mesma planta, no mesmo solo as pragas e doenças aumentam com facilidade. Portanto, faz-se necessário a alternância de plantas de famílias e características diferentes, e de partes vegetativas diferentes.

9.4.5 Construção de Valetas:

É a prática constituída por um canal e um camalhão. São construídas acompanhando as curvas de nível marcadas no terreno. Serve para impedir que as águas das chuvas escurram no solo, e também serve como depósito de água para irrigação por infiltração, e ainda para drenar os terrenos alagados.

9.4.6 Enleiramento em Nível:

Após os serviços de destocamento, fazer enleiramento contra as águas, acompanhando a curva de nível, a fim de servir de barreiras contra a erosão. Esse material usado é aquele que não serve como estaca ou lenha.

9.4.7 Projeto Base Zero:

Buscando solucionar o problema da escassez de água no semi-árido, surgiu o projeto Base Zero, desenvolvido na Fazenda Caroá, localizada no município pernambucano de Afogados da Ingazeira. Neste projeto, a maximização na utilização de água é obtida através da construção de vários barramentos em série. Esses barramentos têm a função de reduzir consideravelmente, durante a estação das chuvas, a velocidade de escoamento das torrentes de água, contendo a erosão laminar e ciliar, formando, como antes mencionado, áreas com solos agricultáveis e armazenando água no subsolo.

Os barramentos atuam também como dessalinizadores, pois a lixiviação do solo reduz a quantidade de sal na água. Portanto, as técnicas de conservação de solo e de captação de água de chuva representam a infra-estrutura básica para o desenvolvimento sustentável na agricultura.

O projeto se tornou importante por: ser aplicável a todo o território semi-árido, característica esta que esteve ausente das propostas anteriores para o desenvolvimento dessa sub-região; conservar os solos e restaurar progressivamente o meio ambiente degradado; conservar o máximo a caatinga; solucionar em definitivo o problema da escassez de água na zona rural, através da otimização dos recursos hídricos de cada bacia hidrográfica; entretanto esse método é altamente absorvedor de mão-de-obra.

9.4.8 Plantio Direto:

O plantio direto é um conjunto de técnicas que visam diminuir a excessiva movimentação sofrida pelo solo nos sistemas de plantio convencionais. Através desta prática, a semeadura é feita diretamente no solo não preparado, num sulco de largura e profundidade suficientes apenas para cobrir a semente.

Livre de gradagens e arações, o plantio pode ser feito diretamente sobre a palha oriunda da dessecação dos restos da cultura anterior. Com isso, obtém-se uma sensível economia de máquinas, combustível e mão-de-obra.

Um dos principais motivos de sucesso do Plantio Direto é a conservação do solo. Através da permanência da cobertura morta sobre a superfície da área, o agricultor minimiza os riscos de erosão, evitando que o impacto da chuva ou do vento carregue as partículas de solo. Além disso, a umidade local é preservada por esta cobertura, mantendo um equilíbrio físico-químico de nutrientes às culturas.

O plantio convencional não traz nenhum benefício para o meio ambiente. A utilização massiva do arado, revolvendo a terra, e a gradagem, características dessa prática, causam perdas de carbono do solo pelo rompimento de agregados que protegem a matéria orgânica. Isso estimula a oxigenação do solo, o que acelera as atividades dos microorganismos e causa a liberação de gás carbônico. O revolvimento do solo, aliás, é

responsável por 20% da emissão de gases do efeito estufa. As práticas convencionais de preparo da terra deixam o solo mais suscetível à erosão, o que também causa perda de carbono.

Já no plantio direto - no qual não se revolve a terra - os restos culturais (palha) ficam na superfície, mantendo a umidade do solo e evitando a evaporação. Ao se decompor pela ação dos microorganismos, a palha produz ácidos orgânicos que são levados pela chuva e se fixam no solo, formando novo húmus e aumentando o estoque de carbono no solo. Essa prática moderna remove gás carbônico da atmosfera e transfere ao solo. É o que se denomina seqüestro de carbono pelo solo.



Figura 31. Plantio direto. Fonte: EMBRAPA, 2004.

A ilustração abaixo demonstra uma maneira fácil e barata de conservar o solo através da utilização de materiais provenientes da própria área, como pedras e restos de vegetação. A construção de terraços e diques reduz drasticamente o escoamento superficial, evitando a perda de solo (erosão) e favorecendo ainda a infiltração da água no solo para armazenamento e renovação da água subterrânea.

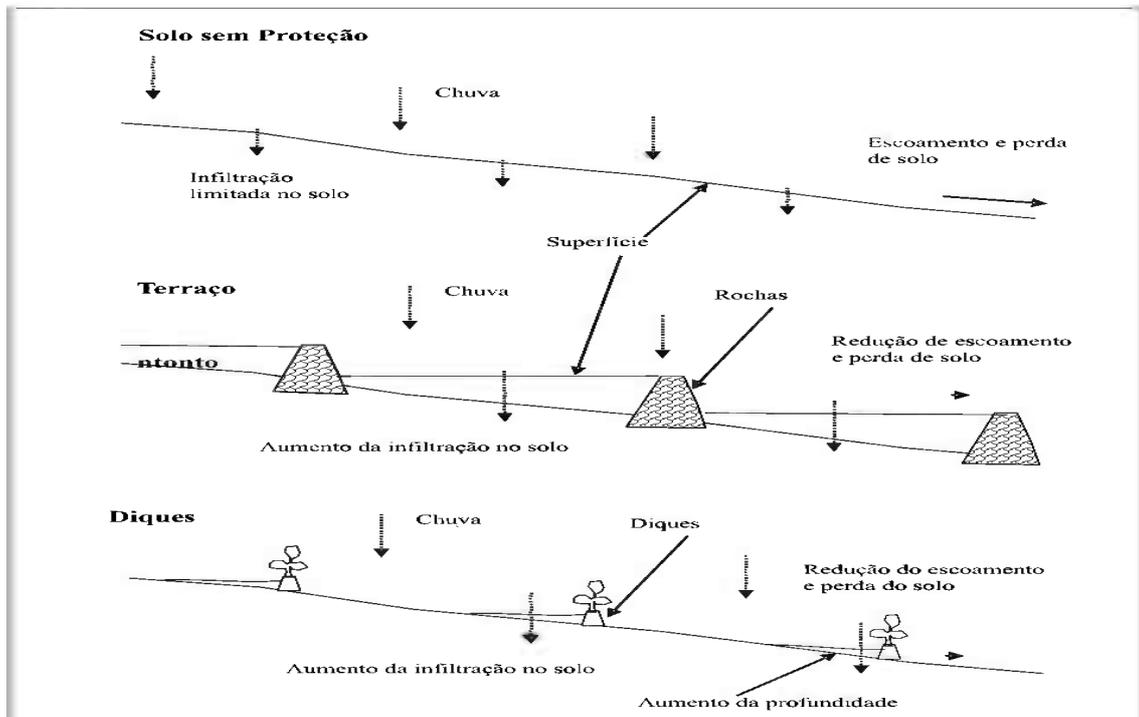


Figura 32: Terraços e diques

9.4.9 Terraceamento:

Os terraços são sulcos ou valas construídas transversalmente à direção do maior declive, sendo construídos basicamente para controlar a erosão e aumentar a umidade do solo. Os objetivos dos terraços são:

- Diminuir a velocidade e volume da enxurrada;
- Diminuir as perdas de solo, sementes e adubos;
- Aumentar o conteúdo de umidade no solo, uma vez que há maior infiltração de água;
- Reduzir o pico de descarga dos cursos d'água;
- Amenizar a topografia e melhorar as condições de mecanização das áreas agrícolas;

Por ser uma prática que necessita de investimentos, o terraceamento deve ser usado apenas quando não é possível controlar a erosão em níveis satisfatórios, com a adoção de outras práticas mais simples de conservação do solo. No entanto, o terraceamento é útil em locais onde é comum a ocorrência de chuvas cuja intensidade e volume superam a capacidade de armazenamento de água do solo e onde outras práticas conservacionistas são insuficientes para controlar a enxurrada.

9.4.10 Adubação Verde:

Prática pela qual se cultivam determinadas plantas, com a finalidade de incorporá-las ao solo, proporcionando melhorias nas propriedades físicas (deixar o solo fofo), químicas (fornecer nutriente ao solo) e biológicas (favorecer os microrganismos) do solo e também promovendo o enriquecimento de elementos minerais. As plantas utilizadas neste tipo de adubação impedem o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, evitam o deslocamento ou a lixiviação de nutrientes do solo e também inibem o desenvolvimento de ervas daninhas.

A eficiência da adubação verde é comprovada também no controle de nematóides (vermes que causam doenças em plantas), quando se utilizam leguminosas específicas, problema para o qual os produtos químicos, além de caros, não apresentam resultados satisfatórios. As plantas mais utilizadas na adubação verde são as leguminosas (da mesma família do feijão), pelo fato de fixarem o nitrogênio do ar para o solo. Esse processo se dá através da associação de bactérias que se encontram alojadas nas raízes das plantas da família das leguminosas (ex: feijão, fava, feijão de corda, guandu, etc.). As bactérias retiram o nitrogênio do ar e repassam para a planta na forma de compostos nitrogenados, ao passo que a planta em troca fornece substâncias nutritivas para a alimentação da bactéria. Essa prática, além de trazer os benefícios citados acima, ainda contribui para a redução de custos, uma vez que o processo de fixação biológica evita a compra de adubos nitrogenados, que são muito caros

9.4.11 Agricultura Orgânica:

O produto orgânico é cultivado sem o uso de adubos químicos ou agrotóxicos. É um produto limpo, saudável, que provém de um sistema de cultivo que observa as leis da

natureza e todo o manejo agrícola, e está baseado no respeito ao meio ambiente e na preservação dos recursos naturais.

O solo é a base do trabalho orgânico. Vários resíduos são reintegrados ao solo; esterco, restos de verduras, folhas, palhas, etc., são devolvidos aos canteiros para que sejam decompostos e transformados em nutrientes para as plantas. Essa fertilização ativar a vida no solo. Os microorganismos, além de transformar a matéria orgânica em alimento para as plantas, tornarão a terra porosa, solta, permeável à água e ao ar. O grande valor da horticultura orgânica é promover permanentemente o melhoramento do solo. Ao invés de mero suporte para a planta, o solo será sua fonte de nutrição.

A rotação de culturas é utilizada como forma de preservar a fertilidade do solo e o equilíbrio de nutrientes. Contribui também para o controle de pragas, pois o cultivo das mesmas culturas nas mesmas áreas poderia resultar no aparecimento de doenças e infestações. As monoculturas são evitadas. A diversidade é fator que traz estabilidade ao agrossistema, pois implica no aumento de espécies e na interação entre os diversos organismos.

O cultivo consorciado, isto é, o plantio de 2 espécies lado a lado, contribui para o controle da erosão, pois mantém o solo coberto. Muitas espécies podem ser associadas entre si, pois se favorecem mutuamente:

- Espécies que produzem muita sombra podem ser associadas àquelas que gostam de sombra; ex: tomate e salsa;
- Raízes profundas com raízes superficiais. ex: cenoura e alface;
- Espécies com folhagens ralas podem ser plantadas junto àquelas mais volumosas, ex : cebolinha e beterraba;
- Espécies com exigências diversas em relação à nutrientes. ex : rúcula e brócolis;
- Espécies que exalam odores e afugentam insetos: ex : alface e cebolinha.

Essas técnicas contribuem para um solo saudável, uma produção sadia e previnem o aparecimento de infestações. A conservação de faixas de vegetação nativa entre os canteiros auxilia no controle de pragas. Servem de refúgio para diversos insetos benéficos que se alimentam de fungos ou organismos que, sem seus inimigos naturais, poderiam aniquilar a plantação. A fauna silvestre é preservada e a diversidade é essencial para o equilíbrio de várias espécies.

Infestações ocasionais podem ser tratadas com caldas, criação e soltura de inimigos naturais, armadilhas, catação manual e outros.

10. Atividade de Monitoramento

No semi-árido é comum à prática de aplicações mistas de agrotóxicos (pesticidas) e outros químicos como fertilizantes, através dos sistemas de irrigação, onde muitas vezes não são verificadas as compatibilidades entre os produtos. Tal prática pode gerar reações indesejáveis entre os produtos e, conseqüentemente contaminações da água subterrânea. Além disso, os sais presentes no solo e nas águas de irrigação tendem a salinizar as águas subterrâneas, tornando-as impróprias para a maioria das culturas.

Dessa forma, existe a necessidade de priorizar o monitoramento da qualidade da água que abastece as populações locais e que é empregada na agricultura.

A irrigação é a atividade que mais consome água doce no mundo. Seu mau uso, associado ao uso de defensivos agrícolas, adubação química e queimadas, provoca a degradação progressiva dos solos causada pelo processo de desertificação. Outro ponto a ser destacado diz respeito a contaminação das fontes de água, principalmente a água subterrânea. Para o sucesso da irrigação é preciso realizar o monitoramento, que consiste em coletar dados de instrumentos que quantificam e qualificam as fontes de água. Através destes dados é possível realizar o manejo da irrigação e evitar todos os problemas ocasionados pelo seu mau uso. O monitoramento permite realizar um balanço hídrico, ou seja, quanto de água se tem, o quanto de água está indo embora através da evapotranspiração e bombeamento, o quanto de água é renovada através da precipitação e a qualidade da água apresentada pelo sistema, ou seja, o quanto apresenta de sais e quais a sua composição. Para isso dispomos de leituras no pluviômetro (quantifica a chuva); Tanque “Classe A” (quantifica a perda da água para a atmosfera – evapotranspiração); piezômetro (tubo que permite acompanhar o nível e qualidade da água subterrânea); condutivímetro (aparelho que mede a quantidade de sais apresentado pela água). É importante destacar ainda que essas ações devem ser desenvolvidas junto à comunidade para que a mesma se interaja e tome conhecimento das ações que estão sendo realizadas, uma vez que todas essas práticas são de interesse coletivo, e tal acompanhamento promove aquisição de conhecimento por parte da comunidade. Esse monitoramento participativo também é de grande importância para a permanência e continuidade das ações do projeto KaR.

Esta prática para o agricultor é de fundamental importância, uma vez que permite ao mesmo ter conhecimento da quantidade e qualidade da água, possibilitando ainda a realização da irrigação na hora e na quantidade certa. Esse monitoramento se faz necessário dentro do programa de educação ambiental, haja visto que sua realização permite ter conhecimento dos aspectos quantitativo e qualitativo da água subterrânea, permitindo ainda acabar com a idéia de que a água subterrânea é totalmente limpa por estar armazenada no subsolo, como também, ser uma fonte inesgotável.

De posse dos dados obtidos pelos instrumentos, através do monitoramento, podem ser realizadas ações dentro de um planejamento, buscando otimizar o gerenciamento dos recursos naturais, água e solo. Dessa forma o manejo consiste em aplicar os dados coletados no monitoramento para o uso racional e sustentado da água subterrânea. Esses dados dão informações a respeito da hora de irrigar e da quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação. Esse manejo deve ser aliado a práticas de conservação do solo, como plantio em curva de nível, rotação de culturas, consórcios, cultivo mínimo e agricultura orgânica, para permitir o uso racional e sustentável do sistema solo-água. Também se faz necessário o envolvimento participativo da comunidade como ponto de grande importância para a realização das ações.

10.1 Dispositivos de Medição:

Serão apresentados alguns dispositivos de medição, que servem de apoio ao manejo da água e do solo.

Tanque “Classe A” - Mede a evaporação em milímetros (mm) numa superfície livre com água.



Figura 33: Tanque classe A

Pluviômetro - Mede a quantidade de precipitação pluvial (chuva), em milímetros (mm). É um dispositivo que se destina a registrar a quantidade de precipitação ocorrida num determinado espaço de tempo. Tendo basicamente a forma de um balde, recolhe a precipitação. Por vezes, se o teor de umidade no ar é muito elevado, a estação registra precipitação sem que a mesma seja sentida, o que se deve à condensação dessa mesma umidade nas paredes do pluviômetro.



Figura 34: Pluviômetro

Tensiômetro – serve para medir a tensão da água presente no solo em diferentes profundidades, o que fornece uma estimativa indireta de umidade. É particularmente útil na zona de raízes.



Figura 35: Tensiômetro

Condutímetro – Aparelho utilizado para medir a condutividade elétrica da água. É através dessa medida que sabemos o grau de salinização da água.



Figura 36: Condutímetro portátil

Alterações na condutividade elétrica podem indicar degradação da qualidade, até mesmo por poluição doméstica. Assim, essa condutividade serve de INDICADOR. Desse modo, é importante realizar um monitoramento preventivo (ou defensivo), através de dispositivos chamados de piezômetros ou poços de observação, instalados próximos aos poços.

Piezômetro – São tubos, geralmente de pequenos diâmetros utilizados para medir o nível da água presente nos aquíferos, particularmente nos aquíferos confinados ou semi-confinados .

O monitoramento periódico desses piezômetros, que deve ser feito com participação direta da comunidade envolvida, pode então alertar para possíveis contaminações, antes que a água do poço venha a se tornar imprópria para o uso.

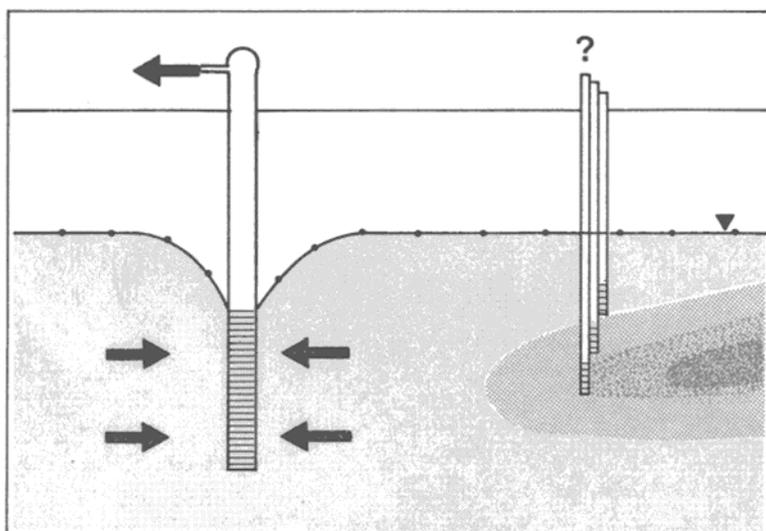


Figura 37: Monitoramento preventivo através de piezômetros, detectando contaminação da água subterrânea (Fonte: Foster e Hirata, 1991)

O monitoramento é importante, pois **fornece** as informações que precisamos para um bom manejo da irrigação. Ele nos diz sobre a quantidade de sais presente na água, quanto choveu e quanto evaporou, os níveis de água na zona radicular da planta e do lençol freático. Todas essas informações são importantes para a conservação e uso racional da água e do solo, elas nos ajudam a conservar esses recursos para as próximas gerações.

11. A Importância da Participação e da Organização na Gestão da Água

A participação dos indivíduos é um fator muito importante para que os mesmos atinjam seus objetivos em qualquer sociedade. Como sabemos, nenhum indivíduo vive só. O ser humano é um ser social e precisa se sociabilizar no seu habitat. A sociabilidade vem sendo uma característica do ser humano tanto nas sociedades consideradas mais primitivas, como na sociedade moderna.

Na nossa sociedade, cada vez mais sentimos necessidade de nos organizarmos em grupo, para conseguir melhorias na qualidade das nossas vidas. Um dos fatores fundamentais em toda organização é a participação, sobretudo, a participação cidadã, através da qual podemos nos engajar no exercício da cidadania.

11.1 Participação e Cidadania

O conceito de participação cidadã envolve categorias como o Estado, o mercado e a sociedade civil, além de estar estritamente vinculado, até pela própria expressão, ao conceito de cidadania.

Podemos dizer que toda participação tem um caráter político, uma vez que para que haja participação, é necessário que os membros da sociedade se organizem em prol de algum

objetivo. Deveres e responsabilidades são, portanto, condições *sine qua non* de toda participação.

A atuação do indivíduo se dá através de mecanismos institucionais de participação, como no caso brasileiro, os que estão presentes na Constituição, e através, também, de mecanismos que são forjados nos movimentos sociais. É importante destacar que essa participação cidadã tem resultado em novas formas de organização da sociedade na sua relação com o Estado e com o mercado.

Na abordagem sobre participação cidadã, devemos levar em consideração o conceito de cidadania. Alguns estudiosos distinguem cidadania ativa de cidadania passiva. De acordo com essa perspectiva, todos os indivíduos são, juridicamente, cidadãos passivos a partir da idade civil da responsabilidade, porém, somente se tornam cidadãos ativos quando efetivamente assumem uma responsabilidade em relação a uma participação nas esferas de poder. Para isso, devem participar de processos decisórios e se organizarem com o objetivo de reivindicar direitos sociais, econômicos e culturais. Nesse contexto, o exercício da cidadania se confunde com o próprio conceito de participação.

É importante refletirmos um pouco também sobre os aspectos democráticos da cidadania. A cidadania democrática é aquela que se baseia em princípios de liberdade, igualdade e solidariedade.

A participação popular é também outro importante desdobramento da participação. A mesma pode ser analisada através de três aspectos que se destacam pelas suas implicações ideopolíticas: quanto ao seu vínculo à idéia de mobilização popular; quanto a sua associação à proposta de democratização e quanto a sua utilização pelos organismos internacionais.



Figura 39: Participação popular

A expressão participação popular tem sido utilizada no sentido de mobilização popular em movimentos sociais com graus variados de dinamismo, representatividade, enraizamento e espontaneidade.

É comum encontrar na literatura a idéia de movimento social associada à iniciativas apenas reivindicatórias, realização de protestos, às vezes violentos, relativos à marginalização e de oposição ao Estado sem nenhum vínculo com a institucionalização.

A expressão participação popular tem sido associada, também, ao debate sobre o processo democrático que permite, em virtude da abrangência do termo, as mais diversas análises que variam de acordo com a época e a realidade de cada sociedade.

No Brasil, a expressão participação popular passa a ser amplamente utilizada a partir do processo de redemocratização do país.

A participação da sociedade civil no processo político-social, não garante, na realidade, a institucionalização da própria participação, por sua vez, a institucionalização da participação, também não significa uma efetiva intervenção da sociedade no processo decisório, o que, depende de diversos fatores como a cultura política da sociedade ou da correlação de forças entre os atores sociais, entre outros. Independentemente disso, os mecanismos institucionais representam, por si, espaços fundamentais a serem ocupados pela sociedade civil na busca de um modelo de sociedade onde prevaleça a democracia política e social e um desenvolvimento com base na equidade e na utilização dos recursos naturais.

Outro ponto relevante, é o fato de que, a criação de mecanismos institucionais de participação nem sempre se dá como fruto do debate da própria sociedade. No caso dos recursos naturais, por exemplo, há uma forte influência dos organismos internacionais que têm, de alguma forma, direcionado as políticas ambientais. Neste sentido, é importante voltarmos nossa atenção para a Agenda 21, como documento norteador na implementação do desenvolvimento sustentável no nosso planeta, onde a população tem um papel decisivo na consolidação da sustentabilidade, através da sua participação.

11.2. A Agenda 21

Para entendermos o que é Agenda 21 precisamos falar de suas principais dimensões, que são cinco:

1. É o principal documento da Rio-92 (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano), que foi a mais importante conferência organizada pela ONU (Organização das Nações Unidas) em todos os tempos. Ela tem esse nome porque se refere às preocupações com o nosso futuro, agora, a partir do século XXI. Este documento foi assinado por 170 países, inclusive o Brasil, anfitrião da conferência.;
2. É a proposta mais consistente que existe de como alcançar o desenvolvimento sustentável, isto é, de como podemos continuar desenvolvendo nossos países e nossas comunidades sem destruir o meio ambiente e com maior justiça social;

3. É um planejamento do futuro com ações de curto, médio e longo prazos, em outras palavras, re-introduz uma idéia esquecida de que podemos e devemos planejar e estabelecer um elo de solidariedade entre nós e nossos descendentes, as futuras gerações;
4. Trata-se de um roteiro de ações concretas, com metas, recursos e responsabilidades definidas;
5. Deve ser um plano obtido através de consenso, ou seja, com todos os atores e grupos sociais participando, opinando e se comprometendo com ele. Em resumo, a Agenda 21 estabelece uma verdadeira parceria entre governos e sociedades. É um programa estratégico, universal, para alcançarmos o desenvolvimento sustentável no século XXI.

A Agenda 21 serve de guia para as ações do governo e de todas as comunidades que procuram desenvolvimento sem com isso destruir o meio ambiente. Da mesma forma que os países se reuniram e fizeram a Agenda 21, as cidades, os bairros, os clubes, as escolas também podem fazer a Agenda 21 Local. Portanto, com a implantação das Agendas 21 podemos garantir um Meio Ambiente equilibrado para as futuras gerações, cumprindo assim, nosso dever mencionado na Constituição do Brasil.

11.3 A Agenda 21 Brasileira

A Agenda 21 Brasileira é um processo e instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável e que tem como eixo central a sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. O documento é resultado de uma vasta consulta à população brasileira, sendo construída a partir das diretrizes da Agenda 21 global. Trata-se, portanto, de um instrumento fundamental para a construção da democracia ativa e da cidadania participativa no País. A primeira fase foi a construção da Agenda 21 Brasileira. Esse processo que se deu de 1996 a 2002, foi coordenado pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional - CPDS e teve o envolvimento de cerca de 40.000 pessoas de todo o Brasil. O documento Agenda 21 Brasileira foi concluído em 2002. A partir de 2003, a Agenda 21 Brasileira não somente entrou na fase de implementação assistida pela CPDS, como também foi elevada à condição de Programa do Plano Plurianual, PPA 2004-2007, pelo atual governo. Como programa, ela adquire mais força política e institucional, passando a ser instrumento fundamental para a construção do Brasil Sustentável, estando coadunada com as diretrizes da política ambiental do Governo, transversalidade, desenvolvimento sustentável, fortalecimento do Sisnama – Sistema Nacional do Meio Ambiente - e participação social e adotando referenciais importantes como a Carta da Terra.

Portanto, a Agenda 21, que tem provado ser um guia eficiente para processos de união da sociedade, compreensão dos conceitos de cidadania e de sua aplicação, é hoje um dos grandes instrumentos de formação de políticas públicas no Brasil.

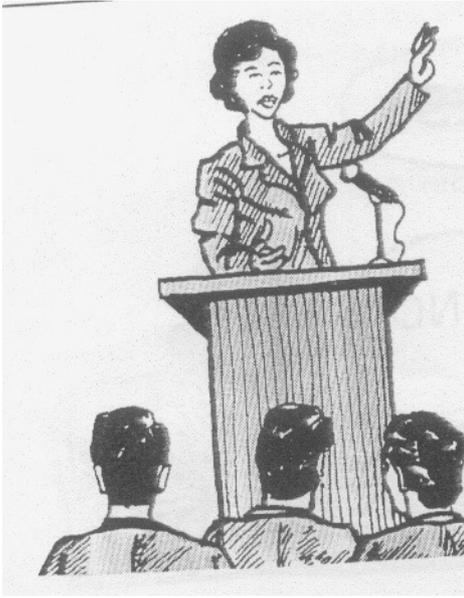


Figura 40: Formação em políticas públicas

11.4 A Agenda 21 de Pernambuco

O Estado de Pernambuco destaca-se no país na construção das Agendas 21 Locais e Estadual: criou, em setembro de 1999, o Fórum da Agenda 21 de Pernambuco e assinou um protocolo de intenções com o Ministério do Meio Ambiente, possibilitando a liberação de recursos para a Agenda 21 Estadual. Um projeto-piloto para implantação de Agendas 21 Locais, envolvendo os municípios de Goiana, Itamaracá, Igarassu e Paulista, localizados no Litoral Norte do Estado, foi elaborado com o apoio técnico e financeiro do Ministério do Meio Ambiente. A metodologia utilizada levou em conta a informação, sensibilização, conscientização e mobilização, para que cada comunidade escolhesse a estratégia mais adequada à sua realidade.

11.5 A Agenda 21 e a Problemática da Água

A Agenda 21 propõe um esforço internacional em defesa do desenvolvimento sustentável e, nos seus 40 capítulos divididos em quatro seções, trata das dimensões sociais e econômicas; da conservação e manejo dos recursos naturais; do fortalecimento da comunidade; dos meios de implementação.

Embora reconheça que o êxito de sua execução é responsabilidade, antes de tudo, dos governos. A Agenda 21 considera de fundamental importância, para sua concretização, a participação pública e o envolvimento de organizações não-governamentais e de outros grupos.

No capítulo 18, dedicado aos recursos hídricos, a Agenda 21 propõe as seguintes áreas de programas:

- Desenvolvimento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos;
- Avaliação dos Recursos Hídricos;
- Proteção dos Recursos Hídricos, da Qualidade da Água e dos Ecossistemas Aquáticos;
- Abastecimento de Água Potável e Saneamento;
- Água e Desenvolvimento Urbano Sustentável;

- Água para a Produção Sustentável de Alimentos e Desenvolvimento Rural Sustentável;
- Impactos da Mudança do Clima sobre os Recursos Hídricos

A área do Programa Desenvolvimento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos inclui, entre as atividades propostas, o “apoio aos grupos de usuários de água para otimizar o manejo dos recursos hídricos locais” e propõe também, desenvolver técnicas de participação do público e implementá-las nas tomadas de decisão, fortalecendo em particular o papel da mulher no planejamento e manejo dos recursos hídricos. Com relação ao fortalecimento institucional nessa área, uma das disposições é a criação de oportunidades para a participação pública. Essa é uma recomendação presente, também, na área de Avaliação dos Recursos Hídricos quando sugere a “facilitação da colaboração entre organismos do setor hídrico, em particular entre produtores de informações e usuários e, ainda, o reforço da capacidade de manejo dos grupos de usuários de água, inclusive mulheres, jovens, populações indígenas e comunidades locais, para melhorar a eficiência do uso da água no plano local”.

Na área de Abastecimento de Água Potável e Saneamento, um dos princípios norteadores do programa é o “manejo comunitário dos serviços, apoiado por medidas para fortalecer as instituições locais na sua implementação e sustentação. Segundo a Agenda 21, este programa deve incluir locais nas suas atividades o “estímulo ao desenvolvimento e manejo da água com base em uma abordagem participativa que envolva usuários, planejadores e formuladores de políticas em todos os níveis”. Um dos aspectos do manejo comunitário é o apoio e a assistência às comunidades para administrarem seus próprios sistemas sobre bases sustentáveis.

Promover a participação política também é uma preocupação presente na área do programa denominada de Água e o Desenvolvimento Urbano Sustentável. O programa propõe a realização de campanhas de conscientização e atividades de sensibilização para estimular o público a usar a água de maneira racional e despertar para o problema da necessidade de proteção à água no meio urbano, além de envolver a população na coleta, reciclagem e eliminação dos resíduos.

Finalmente, o programa Água para a Produção de Alimentos e Desenvolvimento Rural Sustentável defende o acesso da comunidade aos serviços de abastecimento e saneamento e aos direitos sobre eles.

11.6 A Institucionalização da Participação da Sociedade na Gestão da Água

Como já foi abordado anteriormente, a distribuição de água no planeta não se apresenta de forma homogênea. Os dados revelam que as águas oceânicas equivalem a 97% de toda água existente, enquanto que a água potável representa 3%. Deste percentual, 70% encontram-se em forma de iceberg e geleiras, 29% de águas subterrâneas, restando apenas cerca de 1% de água potável disponível.

A degradação dos ecossistemas de água doce, nos últimos anos, tem comprometido cada vez mais a disponibilidade dos recursos hídricos no planeta. A escassez de água vem sendo responsável por graves problemas, tais como, doenças, mortalidade, queda na produção de alimentos, conflitos, entre outros. Porém, embora o consumo mundial de água doce tenha apresentado um crescimento vertiginoso a partir dos 50 anos,

somente nas três últimas décadas a problemática da água começa a fazer parte da agenda internacional.

A constatação de que embora renovável do ponto de vista hidrológico, a água doce não pode ser considerada um recurso ilimitado, despertou a preocupação das nações e dos organismos internacionais para a gestão dos recursos hídricos e da sustentabilidade do próprio planeta. Esse debate começa a ocupar um maior espaço a partir da Conferência da Organização das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente Humano realizada em Estocolmo, na Suécia, no ano de 1972. Um marco do debate sobre os recursos hídricos é a Conferência das Nações Unidas sobre a Água, ocorrida em Mar del Plata, Argentina, em 1977, na qual, a ênfase foi a proteção dos recursos hídricos, a qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos.

Em 1990, a Declaração de Nova Delhi Sobre a Água enfocou o abastecimento de água potável e o saneamento como objetivos prioritários das políticas hídricas. A Agenda 21 lançada na importante Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro, no período de 3 a 14 de junho de 1992, dedica o capítulo 18 à problemática dos recursos hídricos. Finalmente, essa problemática ocupou um lugar de destaque na Conferência Rio + 10, em Johannesburg na África do Sul, em agosto de 2002.

Sob a influência da Conferência das Nações Unidas Sobre a Água ocorrida em Mar del Plata, em 1977, que preconizava a necessidade da reforma e modernização da gestão dos recursos hídricos, o governo brasileiro, vinte anos depois, através da Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 e, conforme previa a Constituição de 1988, Art. 21., deu início à reforma do setor de recursos hídricos. A Lei das Águas, como também é conhecida a Lei supracitada, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

A Lei das Águas (9.433/97), um dos principais marcos institucionais da gestão dos recursos hídricos, representa um avanço no sentido de promover a descentralização e a participação dos usuários de água e da sociedade civil. O poder decisório passa a ser compartilhado nos Comitês de Bacias Hidrográficas e nos Conselhos Nacional e Estadual de Recursos Hídricos.

No primeiro capítulo, de imediato, consta como um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos que a “gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e dos consumidores.

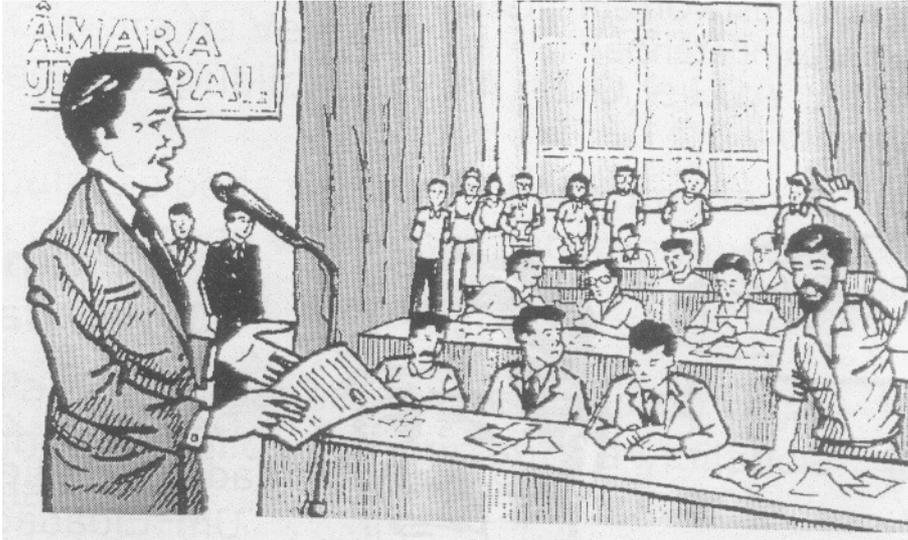


Figura 41: Participação descentralizada

O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, assegura a participação de usuários e de organizações da sociedade civil na composição de todos os órgãos colegiados do sistema, como forma de conferir legitimidade às decisões desses colegiados a ter garantida a sua implementação.

De fato, na legislação federal, os usuários de água assumem a composição do Conselho Nacional dos Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacias, além disso, a participação da sociedade civil pode se dar, também, através das entidades civis de recursos hídricos.

Segundo o Artigo 46, são organizações de recursos hídricos de consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas; associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos; organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos; organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade; outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

O Artigo 35 institucionaliza a participação dos usuários no planejamento dos recursos hídricos quando dispõe que uma das competências do Conselho Nacional de Recursos Hídricos é “promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, estaduais e dos setores dos usuários.

Com o processo de redemocratização do país, a Constituição de 1988 criou mecanismos de participação popular que favorecem não somente a democratização social e política, como significa, também, a institucionalização da participação popular na formulação e implementação de políticas públicas.

Nesse sentido, é importante refletirmos sobre os principais instrumentos de participação popular no âmbito dos três poderes. Tais instrumentos podem ser acionados tanto na esfera nacional, como estadual ou local.

No âmbito do Poder Legislativo, um primeiro instrumento a destacar é o Projeto de Lei de Iniciativa Popular, através do qual, de forma individual ou coletiva, os indivíduos podem propor novas leis ou sugerir alterações nas leis já existentes.

Nessa esfera, tentamos identificar o instituto da participação presente na Lei 11.426, de 17 de janeiro de 1997, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Analisamos, ainda, a Agenda 21 do Estado de Pernambuco.

A Lei 11.426, no seu Capítulo I, quando trata dos Fundamentos da Política Estadual dos Recursos Hídricos, repete a Lei Federal 9.433, quando dispõe que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. É importante registrar que no Capítulo II, a participação consta como um dos princípios da Política Estadual dos Recursos Hídricos.

Ainda em consonância com a Lei 9.433, a Lei Estadual assegura a participação da sociedade civil na composição do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, conforme o Artigo 23, através de um(a) representante das entidades civis e organizações não-governamentais que atuem nas áreas de estudo, pesquisa e proteção dos recursos hídricos e de proteção ao meio ambiente, da forma que decidirem escolher. É importante frisar, ainda, que na composição dos Comitês de Bacias Hidrográficas, a sociedade civil, assim como na Lei Federal, também se faz presente através da categoria dos usuários.

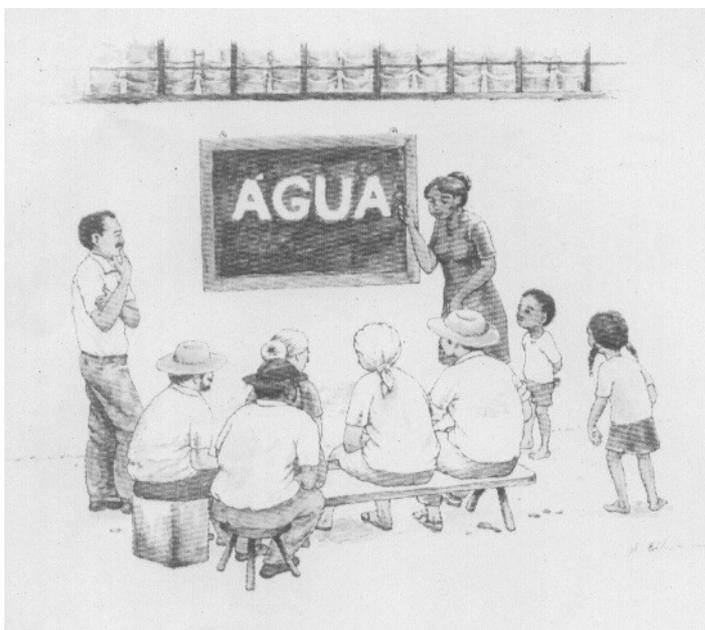


Figura 42: Usuários de água

Outro documento básico na esfera estadual, a Agenda 21 do Estado de Pernambuco, no Capítulo 3, Bases de Ação para a Sustentabilidade, no que se refere ao uso dos recursos naturais, inclui a participação da comunidade na otimização e implantação dos instrumentos de gestão dos recursos naturais hídricos. Nesse sentido, o documento propõe: “Implementar Comitês de Bacias Hidrográficas; implantar Conselhos de Usuários; e outorgar o direito de uso dos recursos hídricos, de forma a garantir a participação da comunidade no gerenciamento dos recursos hídricos. Neste contexto, os

Comitês de Bacias Hidrográficas desempenham um importante papel na gestão dos recursos hídricos. Os referidos comitês são colegiados de entidades que representam os usuários da água, a população da bacia e o Estado (Poder Executivo: União, Estado e Municípios). São criados para participar do Gerenciamento dos Recursos Hídricos da respectiva bacia, com base na Legislação específica (Lei Federal 9.433/97 e Lei Estadual respectiva).

A gestão participativa dos recursos hídricos tem sua importância baseada em vários aspectos. A água é um bem natural, dado pela natureza, não existindo, portanto, fábricas de água. Conseqüentemente, a água é um bem social, devendo estar disponível para todo(a)s. Deve-se levar em consideração, também, que a água é um bem finito e resulta do ciclo hidrológico. Portanto, a água é um bem vulnerável, sujeito a escassez e dotado de valor econômico.

A gestão participativa da água consiste na compatibilização dos usos múltiplos da água, buscando o equilíbrio entre demanda e oferta. Portanto, é necessário que haja um equilíbrio entre a água necessária e a água disponível para o uso voltado a diversos fins. Dessa forma, podemos garantir a sustentabilidade e oferecer água para todo(a)s e para sempre.

Através da gestão participativa, a bacia é vista como unidade de planejamento e ação, na qual o município é o espaço cidadão e a bacia hidrográfica é o espaço da água.

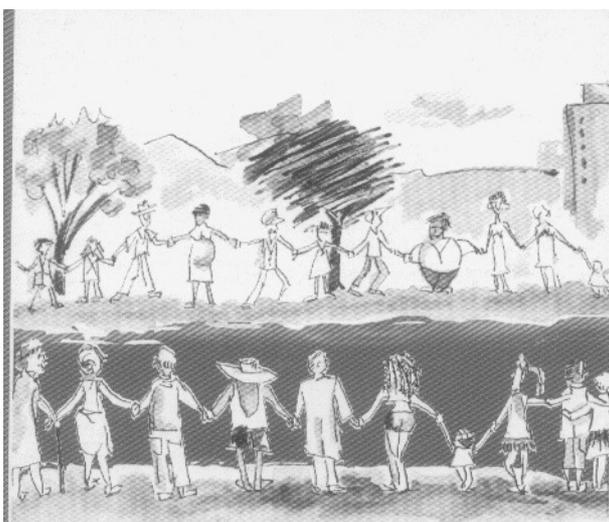


Figura 43: Gestão participativa

As Associações de Usuário(a)s de Água desempenham um papel muito importante na gestão participativa da água, uma vez que agregam o(a)s usuário(a)s mais próximos da água. Diante do fato de que o(a)s usuário(a)s são as pessoas mais diretamente ligadas aos problemas, são ele(a)s, certamente, o(a)s mais interessado(a)s em solucioná-los.

12. Considerações Finais: Educação Ambiental como um Veículo para o Exercício da Cidadania

Como refletido ao longo de toda a Apostila, Educação Ambiental é uma proposta de fundamental importância para a preservação do nosso Planeta, uma vez que consiste da educação da população sobre a importância do manejo adequado das fontes ambientais. No caso específico desse trabalho, nossa preocupação maior é com a água subterrânea, considerando que o Programa de Educação Ambiental que estamos iniciando, está sendo implementado dentro das ações do Projeto de Cooperação Internacional KaR/DFID. Entretanto, a discussão da água subterrânea se coloca dentro de um contexto mais amplo, levando em conta o manejo integrado dos recursos hídricos.

Diante da relevância da Educação Ambiental e da sua proposta inovadora para a conscientização do(a)s aluno(a)s das Escolas contempladas pelo Projeto, torna-se evidente que a Educação Ambiental é, certamente, um veículo de grande relevância para o exercício da cidadania. Através da aprendizagem sobre o meio em que vivem e da necessidade de cuidar desse ambiente, o(a)s aluno(a)s são empoderados, no sentido de terem condições de implementar mudanças e, portanto, de contribuir para o desenvolvimento sustentável das suas comunidades. Mais importante, ainda, é que, considerando que a Escola não é um espaço isolado, mas se insere no contexto mais amplo da sociedade, as lições aprendidas em sala de aula são compartilhadas com a família e, conseqüentemente, com a sociedade como um todo e, dessa forma, podem promover a sustentabilidade de ações consideradas limitadas e pontuais, numa escala mais ampla.

A conscientização embutida no processo educacional é um passo muito importante na construção da cidadania, uma vez que conscientizado, quanto aos seus direitos e deveres no tocante ao manejo da água, o indivíduo tem condições de se engajar na gestão coletiva das fontes de água. Como resultado dessas ações, torna-se possível o exercício da cidadania.

A experiência da construção coletiva adquirida através deste trabalho já é um primeiro passo para a sustentabilidade das ações. A troca de conhecimento e de experiências entre a equipe do Projeto, o(a)s professore(a)s e o(a)s agricultore(a)s beneficiará tremendamente o(a)s aluno(a)s. Neste contexto, a valorização do saber local e a compreensão da população sobre o meio em que vive e, particularmente, a água, é incorporada e respeitada. A mesma é agregada a novos saberes e valores em prol do objetivo maior que é o de formar cidadãs e cidadãos voltado(a)s a construir um mundo melhor.

13. Referências Consultadas e Sugestões de Bibliografia para Consulta

13.1 Área Social e Educacional

ARROYO, M.G. Experiência de Inovação Educativa: O Currículo da Prática da Escola. IN: MOREIRA, A.F.B. (Org.). Currículo: Políticas e Práticas. São Paulo: Papirus, 1999.

ART, H,W, (Ed.) **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais**. São Paulo: UNESP: Companhia Melhoramentos, 2001.

BENEVIDES, M.V.M. **Educação para a Cidadania**. São Paulo: CEDEC, 1996.

_____ **A cidadania ativa: referendo, plebiscite e iniciativa popular**. São Paulo: Atica, 1998.

_____ Entrevista concebida a ABONG, disponível em <http://www.abong.org.br/novosite/biblioteca>, acesso em 21 de abril de 2003.

BODERNAVE, J.D. **O que e Participação?** São Paulo: Brasiliense, 2002.

BRANCO, A.M. **Mulheres da Seca: Luta e Visibilidade numa Situação de Desastre**. João Pessoa: Editora Universitária, 2000.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, D.F: Senado, 1988.

_____ Lei 9433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1 da Lei 8001, de 13 de marco de 1990, que modificou a Lei 7990, de 28 de dezembro de 1989. Recursos Hídricos: Leis e Decretos. Recife: Governo do Estado, Secretaria de Recursos Hídricos.

_____ Lei 9.394 – Diretrizes e Bases da Educação Nacional: promulgada em 20 de dezembro de 1996, São Paulo, Ed. do Brasil.

_____ Lei 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de educação Ambiental e da outras providencias. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, 28/04/199, p.22.

_____ Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Brasileira: Ações Prioritárias**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002.

_____ Ministério do Meio Ambiente. **Gestão Ambiental no Brasil: um Compromisso com o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: MMA, 2002.

_____ Ministério da Educação, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Ciência e Tecnologia. **Programa Nacional de Educação Ambiental**, Brasília, 1994.

CRESPO, S.B.S. & LEITAO, P. **O que o brasileiro pensa da ecologia**. Rio de Janeiro: Mast/Cetem/Iser, 1993,

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. São Paulo: Gaia 2000.

_____ **Os Quinze Anos da Educação Ambiental no Brasil**. Brasília: s.n. 1991.

FAZENDA, I.C.A. **A Questão da Interdisciplinaridade no Ensino**. Revista Educação e Sociedade. São Paulo, 1987.

FERREIRA, R. O. **A Crise no Abastecimento de Água e a Gestão Participativa dos Recursos Hídricos no Município de Belo Jardim**. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional em Gestão de Políticas Públicas. Instituto de Formação e Desenvolvimento Profissional. Fundação Joaquim Nabuco, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

FURRIELA, R. B. **Democracia, Cidadania e Proteção ao Meio Ambiente**. São Paulo: Annablume, 2002.

JACOBI, P.R. **Políticas Sociais e Ampliação da Cidadania**. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 2000.

LOUREIRO, C.F.B. **Considerações sobre o Conceito de Educação Ambiental**. Teoria e Prática da Educação. Maringá, ano 2. v. 2, n. 3, 1999.

PEDRINI, A. de G. (Org.) **Educação Ambiental: Reflexões e Práticas Contemporâneas**. Rio de Janeiro, Vozes, 2000.

PERNAMBUCO. Lei 11.426, de 17 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e da outra providência.

_____ Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Agenda 21 do Estado de Pernambuco**. Recife: SECTMA, 2002.

REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

SAVIANI, D. **Nova Lei da Educação: LDB – trajetória, limites e perspectivas**. São Paulo: Ed. Autores Associados, 1977.

SUASSUNA, J. **Contribuição ao Estudo Hidrológico do Semi-Arido Nordeste**. Recife: Massangana, 2000.

TEIXEIRA, E. **O local e o Global: Limites e Desafios da Participação Cidadã**. São Paulo: Cortez, 2001.

TUCCI, C.E.M.et. al. **Gestão das Águas no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

TUNDISI, J.G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: Rima, lie, 2003.

XAVIER, V.M.L. **Políticas de Educação Ambiental e as Práticas Pedagógicas de Formação do Técnico em Agropecuária**. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional em Gestão de Políticas Públicas. Instituto de Formação e Desenvolvimento Profissional. Fundação Joaquim Nabuco, 2003.

www.uniagua.org.br

13.2 Área Técnica

BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6º ed. Viçosa, Minas Gerais: Imprensa Universitária, 1995. 657p.

BIASCALQUIN, D. Água, fonte de vida. Campanha da fraternidade. CNBB. São Paulo, 2003.

BLOCH, D. Água, direito a vida. Semana da água. Recife, janeiro de 2001.

CRUZ, J.W.; REZENDE, V. A chuva e a seca. Programa de capacitação em convivência com o semi-árido. Cartilha nº 2. Recife, 1999.

CRUZ, J.W.; REZENDE, V. Água de beber. Programa de capacitação em convivência com o semi-árido. Cartilha nº 2. Recife, 1999.

DUARTE, F.; DUARTE, C.M. Biodiversidade. 1º edição. Centro Nordestino de Medicina Popular-CNMP. Olinda, 2001.

FOSTER, S.; HIRATA, R. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Censo Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, Lima: 1991, 81p.

GNADLINGER, J. A busca de água no sertão, IRPAA. Juazeiro, 1996.

Malvezzi, R. Cáritas Brasileira. Bendita Água. Cartilha Semana da Água. Brasília, março de 2003.

MARTINS, J.S. Água para regar a vida. Recife, março de 2002.

OBERHOFER, M.F. Cada gota é importante. 2º edição. Juazeiro, agosto de 2001.

REBOUÇAS, A. Águas doces no Brasil. São Paulo, 1999.

SANTOS, T. Políticas públicas: Como desafio para participação popular. 1º edição. Centro Nordestino de Medicina Popular-CNMP. Olinda, 2000.

www.aao.org.br

www.agirazul.com.br

www.ambientebrasil.com.br

www.ana.gov.br

www.ate.com.br/agua

www.cives.ufrj.br

www.comciencia.com

www.cnpt.embrapa.br

www.cpatsa.embrapa.br

www.fiocruz.br

www.hortaviva.com.br

www.meioambiente.com.br

www.plantiodireto.com.br

www.stormfax.com

www.pandamultimedia.com.br

www.unb.br

www.unilivre.org.br

www.cpatsa.embrapa.br

www.meioambiente.com.br

www.ana.gov.br

www.unb.br

www.stormfax.com

www.pandamultimedia.com.br

www.plantiodireto.com.br

www.hortaviva.com.br

www.unilivre.org.br