

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS  
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS**



**Regina Célia Brugger**

**POLUIÇÃO DAS ÁGUAS**

M 01  
2006  
MEIO AMBIENTE

Juiz de Fora  
2006

**Regina Célia Brugger**

**POLUIÇÃO DE ÁGUAS**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Marconi Fonseca de Moraes

Biblioteca



MA00245  
Alto dos Passos

Juiz de Fora

2006

**Regina Célia Brugger**

**POLUIÇÃO DE ÁGUAS**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente e aprovada pelo seguinte Professor:



Professor Marconi Fonseca de Moraes

Universidade Presidente Antonio Carlos

Juiz de Fora

2006

Dedico este trabalho a meus familiares que  
tanto me ajudaram

## AGRADECIMENTOS

Aos professores com carinho o meu muito obrigado pelo apoio, dedicação e compreensão durante todo esse tempo.

E de agora em diante teria sido decretado o amor sem problemas. E seriam vítimas os olhos, e as almas vagariam sem medo. E de agora em diante seria para sempre o que pra sempre acabara. E seria tão puro o desejo dos homens, que Dionísio enlaçaria a virgem com braços enternecidos. E aplaudiríamos calmos e frenéticos como um São Francisco febril. E de agora em diante pra trás haveria. Não mais a virtude dos fortes, mas o mérito dos suaves. O homem feminino e a mulher guerreira. O amor comunitário. Sem ciúmes. Dariam as mãos e brincariam em volta da minha preferida. E um artesão criança esculpiria flores nos cabelos e um sorriso sincero no rosto. E se não desse certo, de agora em diante teríamos tentado.

MONTENEGRO

**FIGURAS**

**Figura 1 Ciclo Hidrológico-----14**

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
INTRODUÇÃO.....	10
1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA.....	13
2 A ÁGUA NA NATUREZA.....	14
3 POLUIÇÃO DA ÁGUA.....	16
4 ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS.....	18
4.1 Águas Superficiais.....	18
4.2 Águas Subterrâneas.....	18
5 CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS.....	21
6 COMO EVITAR A POLUIÇÃO.....	22
6.1 Principais técnicas.....	22
6.2 Técnicas utilizadas na recuperação de rios.....	22
6.2.1 Técnicas não estruturais.....	22
6.2.2 Técnicas estruturais .....	23
6.3 Técnicas de Recuperação de lagos e represas.....	23
6.3.1 Processos Mecânicos.....	23
6.3.2 Processos Químicos.....	24
6.3.3 Processos Biológicos.....	25
6.4 Formas de Controle.....	26
7 EXPLORAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS.....	27
8 FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS.....	29
8.1 Fontes poluidoras das águas superficiais.....	29
8.2 Fontes poluidoras de águas subterrâneas.....	30
8.2.1 Fontes pontuais de poluição.....	30

8.2.2 Fontes lineares de poluição.....	30
8.2.3 Fontes difusas de poluição.....	31
9 FONTES DE POLUIÇÃO ANTRÓPICA.....	32
9.1 Poluição Doméstica.....	32
9.2 Poluição de origem industrial.....	32
9.3 Poluição de origem mineral.....	33
9.4 Poluição de origem agrícola.....	33
9.5 Poluição por necrochorume.....	34
9.6 Poluição por postos de gasolina e derivados de petróleo.....	35
10 POLUIÇÃO TÉRMICA.....	36
11 PROCESSOS POLUIDORES DA ÁGUA.....	37
12 MEDIDAS DE PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS..	38
12.1 Formas de proteção.....	39
13 CONCLUSÃO.....	41
14 BIBLIOGRAFIA.....	44

## RESUMO

O assunto abordado neste trabalho é a Poluição das Águas onde foram comentadas as causas, conseqüências e tipos de tratamento possíveis para minimizar a degradação de nossas águas.

## INTRODUÇÃO

As últimas décadas foram testemunhas do grande desenvolvimento registrado em todas as áreas do conhecimento humano destacando-se, em particular, os avanços tecnológicos. O progresso trouxe consigo a necessidade da preocupação com o meio ambiente e sua importância no desenvolvimento sustentado. A natureza passou a ter não somente o papel de provedora de matérias primas, meio de transporte e espaço físico, mas também, passou a dar mostra de seu caráter de destinatária dos resíduos associados ao desenvolvimento tecnológico o que, em forma crescente, afeta seu equilíbrio natural.

Assim sendo, o estudo das causas, dinâmica e conseqüências da contaminação do meio ambiente se constituem em ferramentas de valor imprescindíveis para supor que as atividades do homem sejam sustentáveis, influenciando o mínimo possível no equilíbrio do meio ambiente e ao mesmo tempo garantindo o bem-estar do indivíduo.

Dentro do amplo espectro de possibilidades pelas quais, partindo de uma dada fonte, um determinado contaminante pode chegar ao indivíduo, pelas águas de superfície e também no âmbito do subsolo este apresenta grande relevância. Isto está intimamente relacionado com o vertiginoso crescimento, registrado nestes últimos 30 anos, da utilização de águas superficiais e subterrâneas para consumo doméstico e abastecimento de condomínios, hotéis, hospitais e indústrias. O surto de desenvolvimento sócio-econômico verificado após o término da Segunda Guerra Mundial e a crescente deteriorização das águas de rios e lagos, engendrou a rápida evolução da importância das águas subterrâneas, ao ponto de serem consideradas, atualmente, como um recurso de vital importância e grande valor econômico-estratégico.

Frente à importância das águas tanto superficiais como subterrâneas, poder-se-ia pensar que a proteção dos mananciais e dos aquíferos, no tocante à prevenção da deteriorização da qualidade, venha recebendo a atenção necessária. Entretanto, por inúmeras razões, tal atenção não vem sendo dada.

Com relação às águas subterrâneas o fluxo dos aquíferos e o transporte de contaminantes não são fáceis de serem observados e medidos. Por estas razões existe uma ampla despreocupação sobre os riscos de contaminação. No entanto, o assunto é de grande importância, não só pelos impactos diretos ao recurso e pela persistência dos episódios de contaminação, como também pelos custos excessivos ou pela impraticabilidade técnica de reabilitação dos aquíferos.

As atividades que têm gerado impacto sobre a qualidade das águas são: urbanização

com densidade populacional elevada e sistema de saneamento sem (ou precária) rede-coletores, disposição de efluentes líquidos industriais e de resíduos sólidos e algumas práticas de cultivos agrícolas.

As principais conseqüências são: concentrações de nitrato, episódios freqüentes de contaminação por solventes orgânicos sintéticos, desinfetantes e patógenos fecais. Constituindo assim, em uma séria ameaça à qualidade da água

Nas áreas de concentração industrial, devido à extrema diversidade de atividades, processos de fabricação e práticas de disposição de efluentes, há maior dificuldade em estimar a carga contaminante. Geralmente é possível estimar o volume de efluente a partir da quantidade de água utilizada, mas é difícil estabelecer a fração infiltrada no subsolo.

Resíduos sólidos, dispostos em lixões ou aterros sanitários, podem ter seus volumes de lixiviados estimados com certa segurança; porém, em muitos casos, não há informação confiável sobre a composição dos resíduos. Em todos os casos, torna-se necessário identificar cada fonte e analisá-las uma a uma.

Em áreas agrícolas, algumas práticas de manejo da terra podem causar uma séria contaminação das águas tanto superficiais quanto subterrâneas, com altas taxas de lixiviação de nitratos e outros íons móveis e persistentes. De um modo geral, importa, sobretudo identificar e prestar especial atenção àqueles constituintes que apresentam maior ameaça à saúde pública. Dentre os constituintes inorgânicos, os nitratos são os de ocorrência mais generalizada e problemática, devido a sua alta mobilidade e estabilidade em sistemas anaeróbicos.

Os metais pesados perigosos (cádmio, cloro, chumbo, mercúrio) tendem a ser imobilizados por precipitação e só migram em condições de pH baixos. Quanto aos constituintes orgânicos, os que parecem apresentar ameaça maior são alguns dos alcanos e alquenos clorados, relativamente solúveis na água.

A partir das informações sobre os contaminantes envolvidos e suas concentrações, associadas à carga hidráulica, pode-se estabelecer três níveis (reduzido, moderado, elevado) distinguindo fontes potencialmente perigosas de outras que não oferecem grandes riscos.

Hoje existe o reconhecimento de que as águas subterrâneas constituem uma reserva estratégica e vital para o abastecimento público, remete a uma especial preocupação com a proteção dos aquíferos por causa dos seguintes aspectos envolvidos:

- O aumento e a diversificação de produtos químicos, potencialmente poluidores da água subterrânea, sobretudo nas três últimas décadas;
- O lançamento in natura de esgotos e efluentes industriais, em larga escala;

- O grande aumento na aplicação de fertilizantes e pesticidas na agricultura;
- Os efeitos potencialmente nocivos à saúde, associados à poluição de captações de água subterrânea, acarretando concentrações baixas, mas persistentes de certos contaminantes de toxicologia pouco conhecida;
- A dificuldade e a impraticabilidade de se promover a remoção de poluentes em um grande número de fontes pontuais de captação (poços);
- O fato de que a reabilitação de um aquífero poluído requer custos muito elevados, implicando muitas vezes no simples abandono da área de captação.

Apesar disso, existe uma atitude generalizada de subestimação dos riscos de poluição das águas, traduzida pela falta de políticas e de ações voltadas para a proteção dos mananciais.

Os contaminantes são produtos da ação do homem em suas atividades domésticas, industriais, agrícolas e de extração mineral, principalmente.

## 1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água é um elemento essencial para a vida das plantas e dos animais sobre a superfície do planeta, sendo, além disso, extremamente importante para a manutenção do clima da Terra. Embora seja um recurso natural renovável, ela deve ser tratada com muito cuidado, pois os gastos excessivos e indiscriminados, aliados à poluição, poderão causar sérios transtornos no abastecimento futuro. Quando se observa os grandes reservatórios naturais de água (rios, lagos, oceanos), depara-se com a existência de uma grande variedade de animais, desde grandes mamíferos aquáticos até os minúsculos protozoários, que constituem a fauna aquática. Os vegetais encontrados nos reservatórios de água são as algas, que apresentam variados tamanhos. Grupamentos de grandes algas podem até mesmo dificultar a navegação. As algas minúsculas formam o fitoplâncton, importantes fonte de renovação de oxigênio atmosférico, fundamental para a vida terrestre.

Os ecossistemas aquáticos fornecem grande parte dos alimentos que abastecem a humanidade, tornando cada vez maior a importância das águas como fonte de alimentação futura do homem.

A água é um bem muito importante para a vida e encontra-se distribuída por toda a amplitude do globo terrestre, em maior ou menor quantidade, dependendo de cada região. Pela sua situação na Terra, as águas se classificam em:

- Águas superficiais: São aquelas formadas por enxurradas, córregos, lagos, rios e açudes;
- Águas subsuperficiais: São aquelas que infiltram a pequenas profundidades;
- Águas subterrâneas: São aquelas presentes nos lençóis freáticos e aquíferos subterrâneos;
- Águas oceânicas: São aquelas encontradas nos mares e oceanos.

“De todos os males ambientais, a contaminação das águas é o que apresenta conseqüências mais devastadoras. A cada ano, 10 milhões de mortes são, diretamente, atribuídas a doenças intestinais transmitidas pela água. Um terço da humanidade vive em estado contínuo de doença ou debilidade como resultado da impureza das águas; o outro terço está ameaçado pelo lançamento de substâncias químicas nas águas, cujos efeitos a longo prazo são desconhecidos.” -Philip Quigg, *Water: The Essential Resource*.

## 2 A ÁGUA NA NATUREZA

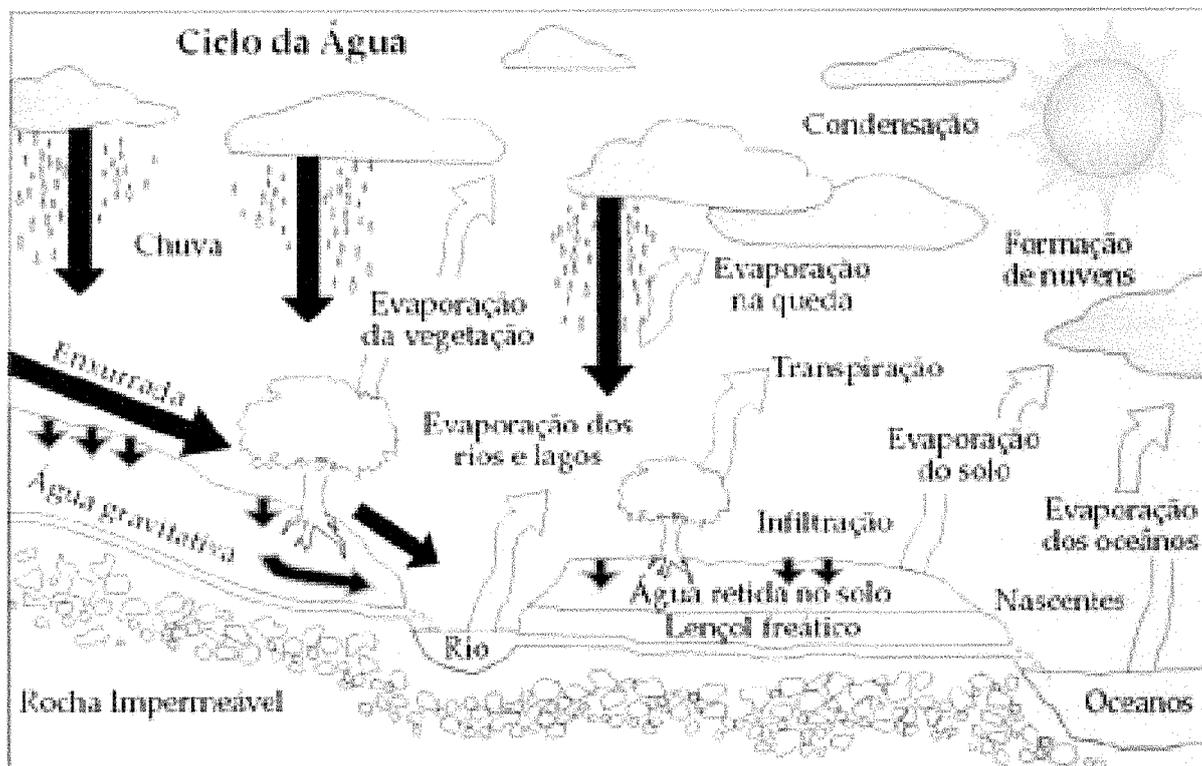


Figura 1 Ciclo Hidrológico

Fonte: <<http://www.areaverde.com.br>>\

Não podemos falar da contaminação das águas subterrâneas sem antes falarmos um pouco sobre o ciclo hidrológico, pois, é através dele que se forma as águas superficiais e as águas subterrâneas. Pode-se considerar que toda a água utilizável pelo homem provenha da atmosfera, ainda que este conceito tenha apenas o mérito de definir um ponto inicial de um ciclo que, na realidade, é fechado. A água pode ser encontrada na atmosfera sob a forma de vapor ou de partículas líquidas, ou como gelo ou neve. Quando as gotículas de água, formada por condensação, atingem determinada dimensão, precipitam-se em forma de chuva. Se na sua queda atravessam zonas de temperatura abaixo de zero, pode haver a formação de partículas de gelo, dando origem ao granizo. No caso de a condensação ocorrer sob temperaturas abaixo do ponto de congelamento, haverá a formação da neve. Quando a condensação se verifica diretamente sobre uma superfície sólida, ocorrem os fenômenos de orvalho ou geada, conforme se dê a condensação em temperaturas superiores ou inferiores a zero grau centígrado. Parte da precipitação não atinge o solo, seja devido à evaporação durante a geada, seja porque fica retida pela vegetação. Do volume total que atinge o solo,

parte nele se infiltra, parte se escoia sobre a superfície e parte se evapora, quer diretamente, quer através das plantas, no fenômeno conhecido como transpiração. A infiltração é o processo de penetração da água no solo. Quando a intensidade da precipitação excede a capacidade de infiltração no solo, a água se escoia superficialmente.

Inicialmente são preenchidas as depressões do terreno e em seguida iniciam-se o escoamento propriamente dito, procurando, naturalmente, as águas, os canais naturais que vão se concentrando nos vales principais, formando os cursos dos rios, para finalmente dirigirem-se aos grandes volumes de água constituídos pelos mares, lagos e oceanos. Nesse processo pode ocorrer infiltração ou evaporação, conforme as características do terreno e d umidade ambiente da zona atravessada. A água retida nas depressões ou como umidade superficial do solo pode ainda evaporar-se ou infiltrar-se. A água em estado líquido, pela energia recebida do sol ou de outras fontes, pode retornar ao estado gasoso, fenômeno que se denomina de evaporação. E pela evaporação que se mantém o equilíbrio do ciclo hidrológico. Do volume total que atinge o solo, cerca de 25% alcançam os oceanos na forma de escoamento superficial, enquanto 75% retornam à atmosfera por evaporação. Destes 40% irão precipitar-se diretamente sobre os oceanos, e 35% novamente sobre o continente, somando-se à contribuição de 65% resultante da evaporação das grandes massas líquidas, para completar o ciclo.

### 3 POLUIÇÃO DA ÁGUA

Segundo SILVEIRA e SANT'ANNA (1990), poluição hídrica é uma alteração significativa das características físicas, químicas ou biológicas, que possa importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem estar das populações, causarem dano à flora e à fauna, ou comprometer o seu uso para fins sociais e econômicos.

Quando se fala em poluição das águas, devem ser abrangidas não só as águas superficiais como também as subterrâneas.

A contaminação da água ocorre devido à introdução de substâncias e, ou, organismos que comprometam as espécies da vida aquática e a saúde das pessoas/ animais que possam utilizar essa água.

Uma das principais fontes de poluição das águas são os resíduos urbanos, tanto os industriais quanto os rurais, que são despejados voluntária ou involuntariamente.

Modernamente, define-se poluição como sendo qualquer alteração que mude as características originais de um determinado meio. Normalmente, atribui-se ao homem a causa de toda a poluição ocorrida na Terra. No entanto, existe também a poluição natural causada por fenômenos naturais, tais como vulcões em erupção, furacões ou excesso de chuvas. A poluição abrange a introdução de substâncias artificiais ou estranhas ao meio, como agrotóxicos despejados nos mananciais e sedimentos em suspensão nas águas dos rios tornando-os assoreados e escuros; alteração na proporção ou nas características de um dos elementos constituintes do próprio meio, como a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido na água dos rios.

Para se entender melhor a poluição da água é importante conhecer os fenômenos de Bioacumulação e Eutrofização. A bioacumulação é a acumulação, pelos organismos vivos, de substâncias tóxicas sem conseguir eliminá-las, contaminando-se cada vez mais ao longo do tempo, mesmo vivendo em um ambiente pouco poluído. A eutrofização é causada pelo excesso de elementos nutritivos na água dos rios, lagos e riachos, carregados pelas águas das chuvas que arrastam a matéria orgânica e os nutrientes da lavoura. Como consequência, a flora e a fauna aquáticas desenvolvem-se demasiadamente, causando um desequilíbrio no ecossistema, ocorrendo um alto consumo de oxigênio pelas algas. Com isso, os peixes morrem e a água apodrece, transformando o local em um ambiente eutrófico.

Segundo MARGALEF (1977), a eutrofização é o resultado da interação dos sistemas lacustres com o ambiente terrestre que o circundam, e pode ser acelerada na medida em que as ações do homem na bacia contribuírem para tal.

## 4 ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

As águas superficiais e subterrâneas, muitas vezes, se interligam. Em algumas situações, os mananciais de superfície proporcionam a recarga dos reservatórios subterrâneos, enquanto, em outras, as águas do subsolo descarregam em recursos hídricos superficiais. Assim, um manancial de superfície, poluído, pode causar a poluição de um aquífero subterrâneo, e vice-versa.

### 4.1 Águas Superficiais

Possuem o espelho d'água na superfície, compreendendo os rios, lagos, represas, córregos e ribeirões. A parcela da precipitação que escoar sobre a superfície terrestre contribui para a formação e alimentação dos lagos, córregos e rios.

Os lagos e represas também podem ser artificiais, como resultado de obras realizadas em rios ou córregos.

Segundo MARGALEF (1983), as águas superficiais constituem cerca de 230mil Km<sup>3</sup>, ou 0,02% de todo o volume de água do planeta.

### 4.2 Águas Subterrâneas

No Brasil, da mesma forma que em outras partes do mundo, a utilização das águas subterrâneas tem crescido de forma acelerada nas últimas décadas, e as indicações são de que essa tendência deverá continuar. A comprovar esse fato temos um crescimento contínuo do número de empresas privadas e órgãos públicos com atuação na pesquisa e captação dos recursos hídricos subterrâneos. Também é crescente o número de pessoas interessadas pelas águas subterrâneas, tanto nos aspectos técnico-científico e sócio-econômico como no administrativo e legal.

As águas subterrâneas, mais do que uma reserva de água, deve ser considerada como um meio de acelerar o desenvolvimento econômico e social de regiões extremamente carentes, e do Brasil como um todo. Essa afirmação é apoiada na sua distribuição generalizada, na maior proteção às ações antrópicas e nos reduzidos recursos financeiros exigidos para sua exploração.

Conhecer a disponibilidade dos sistemas aquíferos e a qualidade de suas águas é primordial ao estabelecimento de política de gestão das águas subterrâneas. No Brasil, os

estudos das águas subterrâneas sempre estiveram mais vinculados à investigação geológica que à hidrológica. A hidrogeologia tem sido tratada mais como uma ciência da terra do que da água. Isso se deve, provavelmente, a uma política de utilização das águas voltada quase que exclusivamente para os recursos de superfície e a uma organização gerencial que separa as águas superficiais das águas subterrâneas.

No geral os depósitos de água subterrânea são bem mais resistentes aos processos poluidores dos que os de água superficial, pois a camada de solo sobrejacente atua como filtro físico e químico. Os aquíferos freáticos também estão muito ameaçados em lugares onde a água não é tratada e as águas servidas são evacuadas em fossas ou latrinas de diversos tipos.

Os aquíferos também podem contaminar-se através de lagoas de estabilização, rios receptores de resíduos e irrigação com águas já servidas. Assim mesmo, os terrenos sanitários e principalmente os depósitos de lixo podem ser fonte de contaminação de origem doméstica.

Atualmente, o homem tem gerado uma diversidade muito grande de embalagens e produtos, proporcionando, assim, uma grande quantidade de resíduos de difícil decomposição. Esta produção está diretamente relacionada à cultura, renda, atividades desenvolvidas e o hábito da população.

Quanto ao descarte dos resíduos, a forma mais utilizada no Brasil ainda é uma destinação inadequada, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública, 76% correspondem à deposição de rejeitos a céu aberto, ou chamados lixões, 13% em aterros controlados, 10% em aterros sanitários e 1% são destinados à incineração, compostagem e reciclagem. A matéria orgânica presente no lixão sofre decomposição e gera o chorume, um líquido que concentra poluentes orgânicos e inorgânicos e que a partir da superfície pode migrar de duas maneiras: escoando superficialmente podendo atingir rios e lagos e infiltrando-se no solo e atingindo os aquíferos livres, poluindo e contaminando as águas subterrâneas. A composição do chorume está relacionada à quantidade de água disponível, ao tipo de resíduo depositado, aos processos físico-químicos reinantes e à atividade biológica que ocorre dentro dos materiais de rejeitos. Assim, a geração de chorume e gases são conseqüências inevitáveis da prática de descarte de resíduos sólidos. Mas, diferentemente do aterro sanitário, no lixão o chorume e os gases não sofrem nenhum tipo de tratamento, provocando vários problemas para o solo, e para as águas superficiais e subterrâneas.

As águas subterrâneas sofrem um impacto não visível envolvendo geralmente longos períodos de tempo, pois os contaminantes podem migrar a velocidades muito lentas, dependendo da composição litológica do aquífero. O chorume gerado em lixões localizados

em terrenos relativamente permeáveis, como areia, cascalho ou rochas fraturadas, podem migrar e causar contaminação sobre áreas muitas vezes maiores que as áreas originalmente ocupadas pelos resíduos.

Os processos físicos e químicos, que ocorrem durante a interação com o ambiente hidrogeológico, muitas vezes não são suficientes para causar uma atenuação sensível em muitas das substâncias contaminantes contidas dentro da pluma de poluição.

Várias pesquisas têm sido realizadas em aterros sanitários e lixões, enfatizando o estudo do chorume, solos, águas superficiais e subterrâneas. Na tentativa de caracterizar a pluma de poluição, diversos métodos têm sido utilizados sozinhos ou combinados.

São eles: métodos geofísicos; modelagem matemática; análise química de solos, águas e chorume; monitoramento; estudos de traçadores; caracterização das condições redox; entre outros. Em um país como o Brasil, que apresenta um percentual elevado de lixões, fazem necessários estudos dos níveis de contaminação e poluição ambiental e de sua conseqüente ação sobre a saúde da população de entorno.

#### 4.2.1 Tipos de Aquíferos

- Freático

Neste tipo de aquífero, a água encontra-se acima de uma camada impermeável de solo, estando submetida à pressão atmosférica. Um poço perfurado sobre o lençol freático apresentará o mesmo nível de água do lençol. A alimentação do lençol freático ocorre ao longo do próprio lençol.

- Artesiano ou confinado

Neste tipo de lençol, a água encontra-se confinada entre duas camadas impermeáveis, o que a torna submetida a uma pressão superior à atmosférica. Assim, ao se perfurar um poço que atinja esse aquífero, pode haver uma descarga jorrante de água na superfície. A alimentação do lençol confinado ocorre apenas no contato entre a formação geológica com a superfície do poço.

## 5 CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

É talvez o problema mais grave e ao qual tão pouco se presta a devida atenção. A poluição é produto da ação do homem em suas atividades domésticas, industriais, agrícolas e de extração mineral entre outros.

A contaminação das águas ocorre quando os agentes contaminantes chegam ao solo. Isto pode ocorrer por duas vias distintas: através da água de chuva, que logo se infiltra pela parte inferior até alcançar os níveis de água ou por um movimento lateral dos agentes contaminantes, uma vez que tenham chegado à água subterrânea e como nada se pode ver do que sucede debaixo do terreno, então não existe preocupação por parte das autoridades competentes.

Algumas das Conseqüências:

- A degradação dos recursos hídricos quer superficial quer subterrâneo.
- Graves perturbações ou mesmo a morte dos seres vivos pela ingestão da água envenenada. Infiltração de contaminantes no solo podendo atingir os lençóis freáticos, degradando assim as águas subterrâneas,
  - Ameaça para a saúde das populações
  - A intrusão salina, ou seja, a entrada de água salgada nos lençóis freáticos, o que a torna imprópria para consumo.
  - Turbidez das águas comprometendo a reprodução de espécies aquáticas.
  - Aparecimento massivo de algas pode alterar significativamente o equilíbrio entre as populações de peixes, bem como provocar oscilações bruscas na concentração de oxigênio dissolvido que, por sua vez ocasionam mortandade de peixes. Algumas espécies de algas, as cianofíceas, produzem neurotoxinas e hepatotoxinas potentes que podem levar à morte animais de grande porte, como bois e cavalos.

## 6 COMO EVITAR A POLUIÇÃO

Na análise das possíveis estratégias de controle da poluição da água, é fundamental que se considere a bacia hidrográfica como um todo, para efeito do planejamento das atividades a serem realizadas, pois senão as medidas de controle terão eficiência limitada se abranger apenas parte dessa bacia.

### 6.1 Principais técnicas

- Implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários e industriais;
- Controle de focos de erosão;
- Recuperação de rios, que objetiva o retorno de seu equilíbrio dinâmico, através da restauração de suas condições naturais ( do sedimento, do escoamento, da geometria do canal, da vegetação ciliar e da biota nativa).

### 6.2 Técnicas utilizadas na recuperação de rios:

#### 6.2.1 Técnicas não estruturais:

São aquelas que não requerem alterações físicas no curso d'água e incluem as políticas administrativas e legais e os procedimentos que limitam ou regulamentam algumas atividade.

- Regulação de Fluxo, através de medidas de caráter administrativo e legal de controle de retirada de água dos rios.
  - Descarga seletiva de represas;
  - Disciplinamento dos usos e da ocupação do solo, através de medidas de caráter administrativo e legal.
- Reflorestamento das margens dos rios, considerando a avaliação da área a ser reflorestada, a preparação do solo, a seleção de espécies, as técnicas utilizadas e a manutenção;
- Reintrodução de espécies aquáticas nos rios.

### 6.2.2 Técnicas estruturais:

Requerem algum tipo de alteração física no corpo d'água e incluem reformas nas estruturas já existentes. São utilizadas para acelerar os processos naturais de recuperação dos rios.

- Reconstrução de canais;
- Represamento;
- Descanalização;
- Colocação de defletores, passagens e grades de peixes;
- Revestimento das margens com gabiões;
- Proteção do leito com rochas;
- Construção de bacias de sedimentação;

Instalação de comportas.

## 6.3 Técnicas de Recuperação de lagos e represas

A recuperação de lagos e represas é feita através de processos mecânicos, químicos ou biológicos.

### 6.3.1 Processos Mecânicos

- Aeração do hipolímnio (parte inferior do lago).

Consiste na injeção de ar comprimido ou oxigênio nas camadas profundas do lago, promovendo a estabilização da matéria orgânica acumulada no fundo e impedindo ainda a liberação de nutrientes provenientes do sedimento. Esta é uma técnica de elevada eficiência, bastante difundida, apesar de apresentar altos custos operacionais e de aquisição de equipamentos especiais.

- Desestratificação

Consiste na injeção de ar comprimido ou oxigênio nas camadas profundas do lago, favorecendo a circulação de todo o corpo d'água, utiliza materiais mais simples. O inconveniente é o transporte de compostos redutores até a camada superficial, provocando a fertilização do epilímnio (parte superior do lago).

- Retirada das águas profundas

Tem como objetivo a retirada das águas profundas e a sua substituição por águas de camadas superiores, mais ricas em oxigênio. Reduzindo o acúmulo de nutrientes no hipolímino.

- Adução de água de melhor qualidade

Esta técnica é de diluição, ela reduz a concentração de nutrientes no corpo d'água, sua aplicação combate a formação de gás sulfídrico no hipolímino, evitando a mortandade de peixes.

- Remoção do sedimento

As camadas superficiais de sedimento são removidas através de dragagem, favorecendo a exposição de camadas de menor potencial poluidor. Após o tratamento, o lodo removido, pode ser utilizado como condicionador de solos.

- Cobertura do sedimento

É uma medida corretiva para impedir a liberação de nutrientes das camadas profundas. O sedimento é isolado do restante do corpo d'água por meio de cobertura com material plástico ou substâncias finamente particuladas. Este método é caro e apresenta dificuldades de instalações.

- Remoção de macrófitas aquáticas (plantas de grande porte)

A presença excessiva de macrófitas aquáticas interfere nos diversos usos da água, podendo ser removidas por processo manual ou mecânico.

- Remoção de biomassa plantônica (microscópicas)

A biomassa plantônica apresenta grande capacidade de armazenamento de poluentes, e pode ser removida através de centrifugação ou por meio de micro peneiras

- Sombreamento

Possibilita o combate ao crescimento excessivo da vegetação, por meio da limitação do recebimento da radiação solar mediante: Arborização das margens de pequenos cursos d'água, instalação de anteparos nas margens e a aplicação de material sobrenadante ou corantes leves na superfície da água.

### 6.3.2 Processos Químicos

- precipitação química do fósforo

Recomendada no caso de fontes difusas de fósforo, que tornam impraticável a remoção de nutrientes dos afluentes.

- oxidação do sedimento com nitrato

É eficiente para a redução do problema da fertilização interna, impede a diminuição excessiva da concentração de oxigênio nas camadas profundas.

- aplicação de herbicidas

Combate o crescimento excessivo da vegetação, é vinculada a problemas de toxicidade, sabor e odor e bioacumulação.

- aplicação de cal

É utilizada para a desinfecção do sedimento e para a eliminação de algas e plantas submersas, em pequenos cursos d'água, e na neutralização da água em lagos acidificados.

### 6.3.3 Processos Biológicos

- Utilização de peixes que se alimentam de plantas

Reduz a comunidade vegetal, em função da atividade de peixes herbívoros.

- Utilização de cianófagos

Reduz a densidade de algas azuis, pelo ataque de vírus específicos, sendo pouco difundida.

- Manipulação da cadeia alimentar (trófica)

Reduz a comunidade fitoplanctônica, em função do incentivo ao aumento da população zooplanctônica.

Nas zonas urbanas, onde as águas subterrâneas são fontes importantes de abastecimento - atuante ou potencial - para a população, é necessário que se estabeleçam áreas de "zoneamento da vulnerabilidade da contaminação", a partir das características naturais dos aquíferos. Pode-se assinalar como zonas de alta vulnerabilidade, entre outras, as seguintes situações:

- Aquíferos muito permeáveis (arenitos ou rochas com permeabilidade secundária considerável) e com níveis de água pouco profundos;

- Áreas de recarga de aquíferos confinados.

## 6.4 Formas de Controle

- Controle estrito e vigilância permanente, proibindo a instalação de indústrias portadoras de grandes volumes de efluentes perigosos para a saúde;

No caso de já existirem indústrias na área e com armazenamento de resíduos perigosos nos seus pátios, realizarem um inventário do tipo e do volume do efluente e estabelecer requisitos estritos para as plantas de tratamento, com uma avaliação contínua de sua eficácia;

- Limitar o máximo possível a instalação e operação de terrenos sanitários. Quando não houver alternativa, seu funcionamento deve estar sob medidas de controle estrito. Suas despesas se justificam ao diminuir o risco de contaminação do aquífero;

- Fiscalização efetiva e constante.

Nas zonas rurais, desde o ponto de vista da agricultura, devem-se implantar regras nas práticas agrícolas a fim de controlar os tipos de fertilizantes e pesticidas, assim como orientar sobre as formas e tipos de cultivo e as adequados volumes de água aplicados na irrigação. Também é necessário controlar o despejo direto de resíduos minerais como os provenientes de lagoas de estabilização até os cursos de águas superficiais, principalmente. A própria população, organizadamente, pode e deve apontar as possíveis fontes de contaminação e os efeitos que afetam a saúde pública, exigindo das autoridades interesse.

- Analisar a legislação vigente com respeito à proteção dos aquíferos e adequá-la às necessidades da região;

- Acompanhar o cumprimento dos dispositivos legais referentes à proteção dos aquíferos contando com organismos e recursos humanos e financeiros para resolver a situação;

- Estabelecer políticas e programas regionais de prevenção e controle da contaminação e para a busca de soluções dos problemas existentes. Assim mesmo, será necessário delinear campanhas de divulgação e capacitação, com o objetivo de prevenir problemas em outras áreas.

## 7 EXPLORAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Para que as águas subterrâneas sejam mais bem aproveitadas no deficiente abastecimento das cidades brasileiras é preciso desenvolver estudos sobre a contaminação destes aquíferos. As águas subterrâneas correspondem a mais de 90% da água doce líquida do planeta, mas ainda é pouco utilizada no País, apesar de sua exploração ser mais barata do que a das águas de superfície. De acordo com estudos desenvolvidos, o crescimento da exploração de águas subterrâneas é a tendência natural no Brasil, e o estudo destas águas torna-se cada vez mais importante. Cerca de 35% dos brasileiros são abastecidos com águas subterrâneas, mas este índice é ainda pequeno se comparado a países de economia central, como a Itália, Suíça e Alemanha, onde mais de 70% da população são consumidores destas águas.

Estima-se que existem atualmente 100 mil poços tubulares, além de dezenas de milhares de poços rasos escavados fornecendo água para diversos fins, principalmente para abastecimento público. Em quase todas as cidades do litoral brasileiro já existem manifestações de avanço da água do mar em lençóis de água subterrânea, comprometendo progressivamente a potabilidade das águas. A estiagem, além de ameaçar o abastecimento de água também contribui para aumentar a poluição dos rios. Quando não chove, o volume de água dos rios diminui. A quantidade de poluentes despejada continua igual, mas como existe menos água para dissolução, a poluição fica mais concentrada.

O combate à poluição da água subterrânea foi eleito há mais de 15 anos como prioridade aos países avançados.

No Brasil, o assunto é praticamente ignorado pelos governos. A preocupação é restrita aos pesquisadores e técnicos do setor. Cerca de 60% dos 12 mil depósitos de lixo no Brasil estão em rios, lagos, restingas, ou seja, nos chamados corpos d'água.

Nas duas últimas décadas tem-se acentuado o desenvolvimento da exploração de águas subterrâneas no Brasil. Centenas de núcleos urbanos de porte variado são hoje abastecidos exclusivamente por água subterrânea. Numerosos pólos agroindustriais e agropecuários têm a água subterrânea como manancial prioritário para atendimento da demanda de água.

A crescente utilização dos recursos hídricos subterrâneos tende a aumentar nos próximos anos, tanto pelas necessidades decorrentes da concentração demográfica e da expansão econômica, como por suas vantagens relativas sobre as águas superficiais. Todavia, a situação atual da exploração é marcada por uma visão imediatista de uso do recurso, prevalecendo o descontrole e a falta de mecanismos legais e normativos. No entanto, embora

as águas subterrâneas estejam mais protegidas que as águas superficiais, uma vez contaminadas, elas são mais difíceis de serem limpas.

## 8 FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

A principal poluição do ambiente é aquela causada pela falta de consciência do homem, quando joga para o rio toda a espécie de lixo, latas, vidros, garrafas plásticas, baldes efluentes, agrotóxicos e todos os demais utensílios que se consideram inaproveitáveis.

Existem inúmeros fatores que, pela atuação do homem, contribuem e promovem a degradação dos mananciais hídricos dos ecossistemas. São eles:

- A expansão urbana,
- Resíduos domésticos e industriais,
- Monoculturas em grandes áreas contínuas,
- Uso indiscriminado de agrotóxicos,
- Erosão urbana e rural,
- Assoreamento,
- Desmatamento,
- Galerias de águas pluviais e esgotos,
- Depósitos de lixo, aterro sanitário,
- Sistema viário,
- Divisão fundiária e produção animal (especialmente suíno).

A agricultura, pelas suas características de utilização de solo e através de políticas agrícolas, transformou-se no principal elemento de destruição dos recursos naturais renováveis, especialmente a água.

Na maioria das cidades, os esgotos contêm restos de alimentos, detritos orgânicos e detergentes, que são lançados diretamente nos rios, lagos, lagoas e córregos.

### 8.1 Fontes poluidoras das águas superficiais

- esgotos domésticos;
- esgotos industriais;
- águas pluviais, carreando impurezas da superfície do solo ou contendo esgotos lançados nas galerias;
- resíduos sólidos (lixo);
- agrotóxicos, fertilizantes;

- detergentes;
- precipitação de poluentes atmosféricos (sobre o solo ou a água);
- alterações nas margens dos mananciais, provocando o carreamento de solo, como consequência da erosão.

## 8.2 Fontes poluidoras de águas subterrâneas

A poluição capaz de atingir as águas subterrâneas pode ter origem variada. Considerando que os aquíferos são corpos tridimensionais, em geral extensos e profundos, diferentemente, portanto dos cursos d'água, a forma da fonte poluidora tem importância fundamental nos estudos de impacto ambiental.

### 8.2.1 Fontes pontuais de poluição

São as que atingem o aquífero através de um ponto. Exemplos: sumidouros de esgotos domésticos, comuns em comunidades rurais, aterros sanitários, vazamentos de depósitos de produtos químicos, vazamentos de dutos transportadores de esgotos domésticos ou produtos químicos. Estas fontes são responsáveis por poluições altamente concentradas na forma de plumas.

Exemplos:

- infiltração de esgotos a partir de sumidouros ou valas de infiltração (fossas sépticas);
- infiltração de esgotos depositados em lagoas de estabilização ou em outros sistemas de tratamento usando disposição no solo;
- infiltração de esgotos aplicados no solo em sistemas de irrigação;

### 8.2.2 Fontes lineares de poluição

São as provocadas pela infiltração de águas superficiais de rios e canais contaminados. A possibilidade de esta poluição ocorrer dependerá do sentido de fluxo hidráulico existente entre o curso d'água e o aquífero subjacente. É necessário enfatizar que, ao longo de um mesmo curso, há lugares onde o fluxo se dá do aquífero para o talvegue e outros onde se passa o inverso, isto é, as águas do rio se infiltram em direção ao aquífero. A existência de poços profundos em funcionamento nas proximidades do curso d'água poderá forçar a infiltração de água contaminada no aquífero invertendo o seu fluxo ou aumentando sua velocidade.

Exemplos:

- infiltração de águas contendo agrotóxicos, fertilizantes, detergentes e poluentes atmosféricos depositados no solo;
- infiltração de outras impurezas presentes no solo;
- infiltração de águas superficiais poluídas;
- resíduos de outras fontes: cemitérios, minas, depósitos de material radioativo.

### 8.2.3 Fontes difusas de poluição

São as que contaminam áreas extensas. Normalmente são devidas a poluentes transportados por correntes aéreas, chuva e pela atividade agrícola. Em aglomerados urbanos, onde não haja rede de esgotamento sanitário, as fossas sépticas e sumidouros estão de tal forma regularmente espaçada que o conjunto acaba por ser uma fonte difusa de poluição. As poluições provenientes das fontes difusas se caracterizam por ser de baixa concentração e atingir grandes áreas.

Exemplos:

- percolação do chorume resultante de depósitos de lixo no solo;
- vazamentos de tubulações ou depósitos subterrâneos;
- injeção de esgotos no subsolo;
- intrusão de água salgada;

## 9 FONTES DE POLUIÇÃO ANTRÓPICA

### 9.1 Poluição Doméstica

Os resíduos domésticos são materiais orgânicos que contaminam as águas. Os resíduos se transformam em nitratos, substâncias potencialmente cancerígenas, que podem também conter organismos transmissores de enfermidades de origem hídrica (diarréia, tifo, cólera, entre outras). Os aquíferos freáticos estão muito ameaçados em lugares onde não há tratamento e as águas servidas são evacuadas em fossas ou latrinas de diversos tipos.

### 9.2 Poluição de origem industrial

Muitas indústrias podem contribuir para a contaminação das águas subterrâneas. Inúmeros são os resíduos sólidos, líquidos e gasosos provenientes das indústrias e lançados diretamente nos rios, córregos, lagos, lagoas.

Seus metais pesados e compostos químicos orgânicos, entre outros, apesar de em pequenas quantidades, podem ser altamente tóxicos, geradores de câncer e de mutações genéticas quando lançados diretamente nas águas sem tratamento.

As lagoas, os poços e rios são também os destinos finais para os dejetos industriais que, muitas vezes, são despejados sem nenhum tratamento prévio, que poderia diminuir seus efeitos nocivos.

As lagoas, os poços e rios são os destinos finais para os dejetos industriais que, muitas vezes, são despejados sem nenhum tratamento prévio, se fossem tratados esses resíduos poderiam diminuir muito seu efeito nocivo sobre as águas.

De acordo com a Norma Brasileira NBR 9800/1987, efluente líquido industrial é o despejo líquido provenientes de estabelecimentos industriais, compreendendo emanções do processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico.

Por muito tempo não existiu a preocupação de caracterizar a geração de efluentes líquidos industriais e de avaliar seus impactos no meio ambiente. No entanto, a legislação vigente e a conscientização ambiental fazem com que algumas indústrias desenvolvam atividades para quantificar a vazão e determinar a composição de seus resíduos líquidos industriais.

### 9.3 Poluição de origem mineral

As atividades de extração mineral, exploração petrolífera e o destino final de detetos nucleares são outros exemplos da contaminação tanto de águas superficiais como de águas subterrâneas.

As atividades mineradoras geralmente provocam grande poluição nos cursos d'água e bacia de drenagem que ocupa.

Segundo MASCARENHAS (1987), existem três tipos de lavras potencialmente impactantes dos ecossistemas de águas doces: A lava de céu aberto, a subterrânea e a dragagem.

As atividades mineradoras compõem-se de duas etapas:

- Extração

O processo de extração pode provocar desoxigenação da água, aumento da turbidez e condutividade elétrica e alteração na cor da água, além do risco de assoreamento do leito do rio e destruição de habitats para a fauna aquática.

- Beneficiamento.

Segundo este autor, a etapa de beneficiamento pode provocar, além dos impactos já citados, a contaminação por reagentes orgânicos, metais pesados, mercúrio e cianeto e alterações de pH.

A mineração produz dois tipos de resíduos: os rejeitos sólidos e os efluentes líquidos.

Os rejeitos sólidos derivam do decapeamento da jazida e da extração física do minério. Esses rejeitos são denominados estéreis e são depositados em áreas selecionadas, na forma de pilhas, ou reconduzidos à própria cava (no caso de mineração subterrânea).

Os efluentes líquidos, gerados pelo beneficiamento do minério, terão características físicas e químicas conforme o tipo de minério explorado. O beneficiamento dos minérios pode ser de natureza física (britagem, lavagem e peneiramento) ou química, a base de reagentes químicos e orgânicos.

### 9.4 Poluição de origem agrícola

Este tipo de poluição, consequência das práticas agrícolas, é a mais generalizada e importante na deterioração das águas. A diferença entre este tipo de poluição e os outros é o fato de apresentar um caráter difuso, sendo responsável pela poluição a partir da superfície de extensas áreas, ao passo que os outros tipos correspondem a focos pontuais de poluição.

Os contaminantes potencialmente mais significativos neste campo são os fertilizantes,

pesticidas e indiretamente as práticas de regadio. Outros contaminantes de menor significado, mas por vezes muito importantes, são os associados às atividades pecuárias, sendo a sua poluição semelhante à doméstica.

Os fertilizantes inorgânicos como o amoníaco, sulfato de amônio, nitrato de amônio e carbonato de amônio e os orgânicos, como a uréia, são os responsáveis pelo incremento de nitrato, nitrito e amônio nas águas subterrâneas. Isto se deve ao fato da quantidade de fertilizante aplicada ser superior à quantidade necessária para o desenvolvimento das plantas. Dentro dos pesticidas e produtos fitossanitários, os pesticidas organoclorados, como o DDT é o mais prejudicial.

### **9.5 Poluição por necrochorume**

Não é só a poluição Doméstica, industrial e mineral que contaminam as águas, os cemitérios também são grandes poluidores de lençóis freáticos. Mas mesmo que à primeira vista não ofereçam riscos, também podem causar danos à natureza e à saúde da população. O fenômeno ocorre quando os microorganismos encontrados nos corpos em decomposição chegam aos mananciais, em consequência da passagem de água.

Depois da morte, a água existente no corpo humano, que representa 70% de todo ele, se transforma em uma substância escura chamada necro-chorume. Esse líquido, rico em sais minerais, bactérias e vírus, podem se tornar uma potencial fonte de doenças gastrintestinais, principalmente diarreia, se for lançado no lençol freático.

Essa contaminação pode ocorrer de duas formas: Pela chuva e pelo contato de um manancial com caixões enterrados diretamente no solo (inumação), que não estão envolvidos por paredes de concreto. Altos índices pluviométricos favorecem a invasão das urnas pela água, causando a percolação (transporte vertical do líquido pelo terreno) até o lençol mais próximo. A quantidade de chuva pode também elevar o nível das águas subterrâneas, fazendo com que alcancem altura suficiente para atingir os corpos. A possibilidade de contaminação se relaciona, além das chuvas, ao tipo de solo no qual está o cemitério. Terrenos arenosos, que são porosos, facilitam a passagem da água, fazendo que com o necro-chorume chegue mais facilmente ao lençol freático. O solo argiloso tende a manter a umidade. Se a lente (porção do material) estiver embaixo da sepultura, ela favorece a saponificação (processo de conservação por água, que deixa o organismo com aspecto de cera) do corpo.

A localização e operação inadequadas dos cemitérios em meios urbanos podem provocar a contaminação dos mananciais hídricos devido à proliferação de microorganismos durante a decomposição de corpos.

Muitos microorganismos encontrados nas águas contaminadas são responsáveis por doenças chamadas de veiculação hídrica. Em geral, estas doenças causam fortes distúrbios gastrintestinais, tais como vômitos, cólicas e diarreias.

#### **9.6 Poluição por postos de gasolina e derivados de petróleo**

A contaminação de águas subterrâneas por vazamentos em postos de combustíveis vem merecendo cada vez mais atenção tanto da população em geral como dos órgãos estaduais de controle ambiental. Neste sentido temos os riscos que os postos representam para a contaminação de águas e solos e que estes problemas só foram enquadrados na legislação no ano 2000 com a Resolução CONAMA 273, sendo que existem no país 32.697 postos (ANP, 2002), ou seja, é um problema sério de contaminação e com legislação recente, tanto do ponto de vista do Estado regulador como da experiência brasileira na avaliação e remediação deste tipo de passivo. Este trabalho apresenta o problema e as formas mais adequadas de remediação dos locais contaminados, dando ênfase às ações corretivas baseadas no risco ambiental, ao uso da remediação natural e aos possíveis efeitos que a mistura do etanol à gasolina pode causar em caso de contaminação de aquíferos.

Os hidrocarbonetos monoaromáticos, benzeno, tolueno, etilbenzeno e os três xilenos orto, meta e para, chamados compostos BTEX, são os constituintes da gasolina que têm maior solubilidade em água e, portanto, são os contaminantes que primeiro irão atingir o lençol freático. Estes contaminantes são considerados substâncias perigosas por serem depressantes do sistema nervoso central e por causarem leucemia em exposições crônicas. Dentre os BTEX, o benzeno é considerado o mais tóxico com padrão de potabilidade de 5 µg/L (Portaria nº 1469/2000) do Ministério da Saúde.

## 10 POLUIÇÃO TÉRMICA

Os mananciais podem ainda sofrer outro tipo de poluição pouco visível, ou seja, a água utilizada pelas indústrias, ou usinas geradoras de eletricidade para o resfriamento, chega ao rio com temperatura bem acima da temperatura normal da água, causando grande prejuízo à flora e à fauna aquáticas. A solução para esse tipo de poluição é o uso de torres de resfriamento.

O Funcionamento de uma torre de refrigeração. A água aquecida é conduzida por tubulações e exposta a correntes ascendentes de ar (induzidas geralmente por um ventilador), perdendo calor. As torres “úmidas” têm a capacidade resfriadora ainda maior.

## 11 PROCESSOS POLUIDORES DA ÁGUA

- Contaminação

É a introdução na água de substâncias nocivas à saúde e a espécies da vida aquática.

Ex: Patogênicos e metais pesados.

- Assoreamento

É o acúmulo de substâncias minerais como argila, areia, substâncias orgânicas como lodo, em um corpo d'água, o que provoca a redução de sua profundidade e de seu volume útil.

- Eutrofização

É a fertilização excessiva da água por recebimento de nutrientes( nitrogênio, fósforo), causando o crescimento descontrolado (excessivo de algas e plantas aquáticas).

- Acidificação

É o abaixamento do pH, como decorrência da chuva ácida ( Chuva com elevada concentração de íons  $H^+$ , pela presença de substâncias químicas como dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, amônia e dióxido de carbono), que contribui para a degradação da vegetação e da vida aquática.

## 12 MEDIDAS DE PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

O encaminhamento de águas residuárias industriais para corpos d'água precisa ser acompanhado de minucioso estudo e avaliação dos impactos ambientais, do comprometimento da biota aquática e da capacidade de autodepuração do corpo receptor. Isso resulta dos efluentes líquidos tratados, líquidos percolados em aterros industriais e até mesmo da chamada chuva ácida, que modificam a qualidade das águas, prejudicando as atividades nela desenvolvidas pelo homem ou a ocasionando danos na fauna e na flora aquática.

Segundo VALENZUELA (1999), hoje, nossos rios e lagos são o destino final dos efluentes industriais e do esgoto doméstico, estando seriamente contaminados com metais pesados e esgotos, que dizimam muitos tipos de vida aquática benéfica ao homem e também geram um ambiente propício a outras espécies aquáticas não desejáveis. Esse autor complementa citando que os aquíferos freáticos também vêm sendo poluídos através de infiltração, de fossas sépticas, sumidouros ou reservatórios de águas residuárias industriais, disso resultando contaminação de pessoas e animais que usam água subterrânea.

O rio Pinheiros, na cidade de São Paulo — SP é um exemplo recente dos prejuízos advindos do lançamento de efluentes líquidos indústrias e esgoto sanitário, pois a utilização das suas águas na geração de energia elétrica depende de um grande programa de despoluição, o que demandará tempo e vultosos investimentos.

Em razão dos prejuízos econômicos, técnicos e ambientais, atualmente existe grande mobilização da sociedade para cobrar das autoridades medidas eficazes para proteção da qualidade e do uso dos corpos d'água. A participação das organizações não governamentais (ONGs) é cada vez mais intensa, o mesmo ocorrendo com a imprensa que constantemente publica matérias referentes a impactos ambientais e às medidas legais que podem ser tomadas contra os responsáveis.

- Controle estrito e vigilância permanente, proibindo a instalação de indústrias portadoras de grandes volumes de efluentes perigosos para a saúde;
- No caso de já existirem indústrias na área e com armazenamento de resíduos perigosos nos seus pátios, realizarem um inventário do tipo e do volume do efluente e estabelecer requisitos estritos para as plantas de tratamento, com uma avaliação contínua de sua eficácia;

- Limitar o máximo possível à instalação e operação de terrenos sanitários. Quando não houver alternativa, seu funcionamento deve estar sob medidas de controle estrito. Suas despesas se justificam ao diminuir o risco de contaminação do aquífero;

- Fiscalização efetiva e constante.

Nas zonas rurais, desde o ponto de vista da agricultura, devem-se implantar regras nas práticas agrícolas a fim de controlar os tipos de fertilizantes e pesticidas, assim como orientar sobre as formas e tipos de cultivo e as adequados volumes de água aplicados na irrigação. Também é necessário controlar o despejo direto de resíduos minerais como os provenientes de lagoas de estabilização até os cursos de águas superficiais, principalmente.

A própria população, organizadamente, pode e deve apontar as possíveis fontes de contaminação e os efeitos que afetam a saúde pública, exigindo das autoridades interesse.

### 12.1 Formas de proteção

As autoridades deveriam promover as seguintes ações:

- Analisar a legislação vigente com respeito à proteção dos aquíferos e adequá-la às necessidades da região;

- Acompanhar o cumprimento dos dispositivos legais referentes à proteção dos aquíferos contando com organismos e recursos humanos e financeiros para resolver a situação;

- Estabelecer políticas e programas regionais de prevenção e controle da contaminação e para a busca de soluções dos problemas existentes. Assim mesmo, será necessário delinear campanhas de divulgação e capacitação, com o objetivo de prevenir problemas em outras áreas.

- A existência de Leis mais rigorosas que obriguem as indústrias a tratarem seus resíduos antes de lançá-los nos rios e oceanos. Penalizações para as indústrias que não estiverem de acordo com as Leis. No caso de reincidência o seu fechamento é inevitável;

- Investimentos nas áreas de fiscalização dessas indústrias;

- Ampliação da rede de esgotos;

- Saneamento básico para todos;

- Investimentos na construção de navios mais seguros para o transporte de combustíveis;

- Melhoramentos no sistema de coleta de lixo;

- Implantação de novas estações de tratamento de esgotos;
- Campanhas publicitárias, buscando a explicação de técnicas de saneamento para a população carente;
- Campanhas de conscientização da população para os riscos da poluição;
- Criação de produtos químicos mais seguros para a agricultura;
- Cooperação com as entidades de proteção ambiental.

### 13 CONCLUSÃO

A natureza funciona como uma grande indústria que tem a responsabilidade de elaborar um determinado volume de produto de maneira permanente.

A atual atividade humana em todos seus âmbitos conduz sua produtividade de maneira diferente, ou seja, canaliza seus esforços na busca de um determinado produto sem observar as conseqüências que advêm da sua ação sobre o ambiente.

A atuação do homem sempre ocorreu de maneira linear, isto é, com uma visão direcionada para o ponto do produto final, deixando de lado grandes poluições pelas emissões aéreas, através das chaminés industriais e, por outro, da montanha de resíduos de toda a natureza que causa os mais variados tipos de poluição.

A natureza, porém, trabalha e produz na forma cíclica, mostrando o caminho para a atuação do homem.

Está bem claro a forma como a natureza trabalha, quando observa-se, por exemplo, o modelo como ocorre a ciclagem dos nutrientes que são a fonte básica de produção dos ecossistemas. Através desse processo, as cadeias alimentares vão sendo abastecidas em todos os níveis, garantindo a vida dos seres vivos em todos os ecossistemas.

Para essa produção contínua e permanente que a natureza realiza, a água exerce função importantíssima uma vez que se transforma no meio de transporte único dos nutrientes dentro dos seres vivos em qualquer tipo de ecossistema.

É através das águas que as plantas absorvem os nutrientes da solução do solo e conduzem os mesmos até o alto das copas onde ocorre a transformação pela fotossíntese, sendo novamente distribuídos pela água os elementos, agora elaborados, por todas as partes das plantas. Esta mesma água potável é que garante a vida dos animais e, inclusive, do homem na Terra, pois com sua ausência jamais existiriam condições de sobrevivência de qualquer ser vivo.

Dessa maneira, pode-se considerar o planeta Terra como um gigantesco organismo vivo que se auto mantém pela sua capacidade de produzir, elaborar e distribuir esse produto para suprir todas suas necessidades.

Considerando que o homem é parte integrante e principal elemento atuante desse organismo, pela sua ação se transforma no ser vivo mais perigoso para a manutenção da vida na Terra. Por isso, é importante que se conscientize da necessidade de mudar seu

comportamento sob pena de decretar seu desaparecimento que pode não estar num futuro muito distante.

Dentro da grande amplitude dos fatores que interagem para manter o equilíbrio ecológico da natureza, a água é um dos elementos vitais para que este processo ocorra. Ela é importante, pois impulsiona os ciclos da produção de alimentos, sem os quais não existiria a vida. Daí a necessidade da séria consciência de preservação e manutenção de sua potabilidade.

Na atualidade, é mais evidente o mau uso dos recursos naturais, daí as necessidades básicas continuarem não sendo satisfeitas. Hoje um quarto da água doce existente é inaproveitável por causa da poluição provocada pelo próprio homem, pela falta de condições estruturais adequadas nos países em desenvolvimento; apenas 40% da população têm acesso à água limpa e saudável. Toda essa realidade deve ser meditada e conduzida para decisões importantes no sentido de defender a manutenção da água, das nascentes e dos mananciais.

As propriedades rurais têm papel importante no que diz respeito à água, pois é nelas que estão as nascentes, riachos, rios e outros reservatórios deste líquido vital.

Ao proprietário cabe o direito de defender seu potencial hídrico e o dever de preservar suas nascentes e as vegetações que as protegem. É importante que cada produtor ou proprietário tenha a sensibilidade para administrar suas áreas de modo a manter o equilíbrio ecológico dentro de seus limites e, se possível, envolver os demais para, através de uma ação solidária, executar um trabalho de condução técnica em relação à manutenção da produtividade dos solos e à preservação ambiental das bacias hidrográficas, que é a unidade terrestre mais adequada para o controle de perdas da produtividade e da água.

No aspecto da produção de água potável, a floresta e a vegetação ribeirinha exercem papéis importantes na filtragem dos poluentes que se dirigem para os leitos dos rios e mesmo na retenção do excesso de água que irá resultar em grandes enchentes, caso não exista barreira para conter sua velocidade antes de atingir os mananciais.

Diante disso, o plantio de florestas e a administração das áreas florestadas nas propriedades passam a ser o elemento da manutenção de águas.

Deve-se lembrar, porém, que diante dessa situação de dificuldades de manejar os recursos naturais, existem a certeza e a convicção de que com competência é possível administrar os recursos, especialmente as florestas, para se atingir a recuperação desejada dos solos, rios e especialmente da água dos mananciais.

Pode parecer extraordinário defender o ambiente limpo e bonito para nossas propriedades rurais, onde a família possa sentir-se tranqüila e feliz. No entanto, a realização

pessoal e familiar, além dos bons resultados de produtividade de seu trabalho, é o ambiente belo e agradável, onde a água seja pura, límpida, transparente e potável, e o ar seja puro e saudável. Somente assim haverá um relacionamento harmonioso com o ambiente.

## 14 BIBLIOGRAFIA

- BARROS, RAPHAEL DE V. et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para municípios** Vol. II. DESA/UFMG- Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. Belo Horizonte –MG. 1995.
- Bol. téc. **PETROBRAS**, Rio de Janeiro, 41 (3/4): 133-138, jul./dez. 1998 133
- Bol. téc. **PETROBRAS**, Rio de Janeiro, 41 (3/4):133-138, jul./dez. 1998 134 completadas.
- Bol. téc. **PETROBRAS**, Rio de Janeiro, 41 (3/4):133-138, jul./dez. 1998 138
- BRANCO, S. M. **Água origem, uso e preservação**. São Paulo - SP: Coleção Polêmica, 1997.
- CADORIN, M. **Comunicação pessoal**, Presidente da Fundação de Meio Ambiente. Joinville, SC, 1996.
- CADORIM, M. **Comunicação verbal**. Fundação do Meio Ambiente, Joinville, SC, 1996.
- CASARINI, D.C.P. **Padrões de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas**. Anais do Workshop de Biodegradação promovido pela Embrapa, Campinas, 1996.
- CETESB. **Padrões de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas**. Relatório Técnico, 1996.
- FOSTER, S. & HIRATA, R. C. A. **Determinação de riscos de contaminação das águas subterrâneas**, São Paulo. Bol. Inst. Geológico, São Paulo, 1993.
- MAGOSSI, L. R., BONACELLA, P. H. **Poluição das águas**. São Paulo: Editora Moderna, 1990.
- MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: ed. Omega, 1977.

- MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: ed. Omega, 1983.
- MASCARENHAS, G.R. Aspectos ambientais na elaboração do plano de controle econômico (PAE). In: Curso de controle de poluição por mineração: alguns aspectos. Brasília: DNPM; 1987.
- PETROBRÁS. **Relatório Anual de Atividades**. Rio de Janeiro, 1995.
- REVISTA INFORME AGROPECUÁRIO: **Agropecuária e ambiente** v. 21 nº. 202. Epamig, 2000.
- ROCHA, J. S. M. da. **Educação Ambiental, primeiro e segundo graus, introdução ao terceiro grau**. Santa Maria: Imprensa Universitária, UFSM, 1990.
- ROCHA, J. S. M. da. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. 2. ed. Santa Maria: Imprensa Universitária UFSM, 1991.
- ROCHA, J. S. M. da. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, UFSM, 1997.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Cadernos de Educação Ambiental. **Conceitos para se fazer Educação Ambiental**. 2. ed. São Paulo, 1997.
- SILVA, Rosa. Como se dá a poluição do solo e das águas. In \_\_\_\_\_. (Org). **Agentes poluidores**. Abril, 2001. Disponível em: <<http://www.areaverde.com.br>.\ Acesso em 02 abr. 2004.
- SILVEIRA, S.S.B. SANT'ANNA, F.S.P. Poluição Hídrica. In: MARGULIS, S. (Ed.). **Meio ambiente, aspectos técnicos e econômicos**. Brasília: IPEA/PNUD, 1990.
- TERRA, PLANETA ÁGUA. Clube da Árvore - Livro do Professor. Souza Cruz. Florianópolis - SC. 1993.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXJ. Enfrentando a escassez.** Editora Rima, 2003.

VALENZUELA, 1999

WENZEL, J. A. **A sustentabilidade qualitativa e quantitativa do abastecimento de água na zona urbana de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.** Santa Cruz do Sul Dissertação (Mestrado), 1997.