



Centro Universitário de Brasília  
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento – ICPD

**Eliane Reis Carvalho**

REÚSO DA ÁGUA:  
ALTERNATIVA PARA ESCASSEZ HÍDRICA  
EM REGIÕES SEMI - ÁRIDAS

Brasília  
2004

**Eliane Reis Carvalho**

**REÚSO DA ÁGUA:  
ALTERNATIVA PARA ESCASSEZ HÍDRICA  
EM REGIÕES SEMI - ÁRIDAS**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília  
(UniCEUB/ICPD) como pré-  
requisito para a obtenção de  
Certificado de Conclusão de Curso  
de Pós-graduação Lato Sensu, na  
área de Direito Ambiental.

Orientadora: Magda de Lima Lúcio

Brasília

2004

**Eliane Reis Carvalho**

**REÚSO DA ÁGUA:  
ALTERNATIVA PARA ESCASSEZ HÍDRICA  
EM REGIÕES SEMI - ÁRIDAS**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília  
(UniCEUB/ICPD) como pré-  
requisito para a obtenção de  
Certificado de Conclusão de Curso  
de Pós-graduação Lato Sensu, na  
área de Direito Ambiental.

Orientadora: Magda de Lima Lúcio

Brasília, 30 de agosto de 2005.

**Banca Examinadora**

---

Prof<sup>a</sup>.: Maria Amélia Rodrigues da Silva

---

Prof<sup>o</sup>.: Rogério Rocco

---

Prof<sup>a</sup>.: Magda de Lima Lúcio

Dedico às minhas filhas Andrea Luiza e Julianna pelo apoio, carinho e principalmente a compreensão pela falta de tempo em estarmos juntas:

A minha mãe Esmeralda, que me fez acreditar que os desafios foram feitos para que tornássemos pessoas mais capacitadas depois de tê-los:

Ao meu esposo Francisco, por ser o grande incentivador nesta nova jornada de conhecimento, e

A minha grande amiga, irmã e comadre, Adriana, que sempre acreditou na minha capacidade.

## Agradecimentos

A minha orientadora Magda, fonte de sabedoria infinita, que através de suas idéias e reflexões contribui para elaboração deste trabalho.

Ao Carlos Nakazato que me dedicou seu tempo compartilhando suas percepções e experiências.

A Liziane Paixão, Fábio Margarido, Fabianna Carollo, Stella Wolf e Ann Célia que pelo auxílio e companheirismo tornaram muito mais agradável o caminho até a conclusão deste curso.

A Todos vocês o meu sincero  
OBRIGADO!!!

*“Sabe lá*

*o que é morrer*

*de sede em frente ao mar”*

*Djavan*

## RESUMO

No cenário mundial de eminente escassez dos recursos hídricos, os suprimentos de água existentes terão de ser utilizados de maneiras diferentes, ou novas fontes terão de ser encontradas para atender a maior demanda por água no futuro. A maioria dos mananciais utilizados encontram-se cada vez mais poluídos e deteriorados, devido a falta de controle ou ausência de investimentos em coleta, tratamento e disposição final dos esgotos e a eliminação adequada dos resíduos sólidos. Alguns desses mananciais também se encontram afastados dos grandes centros consumidores, havendo uma certa dificuldade em fazer chegar água de boa qualidade e de potabilidade reconhecida, até ao seu destino final, prioritariamente ao consumo humano. Desta forma, a implementação de tarifas escalonadas pouco a pouco vem tornando a água potável proibitiva tanto para processos industriais assim como para processos agrícolas. A tecnologia do reúso, aliada a da regeneração da água, surge como um esforço da engenharia ambiental buscando solucionar a utilização mínima de água em um processo produtivo e a máxima proteção ambiental com o menor custo possível. O Reúso da Água, além de resolver satisfatoriamente o problema de abastecimento, proporciona um ganho econômico com a redução na captação, na quantidade de elementos químicos para seu tratamento e no lançamento de efluentes. Este trabalho, através de pesquisas bibliográficas e eletrônicas, tem como objetivo avaliar o Reúso da Água como alternativa de redução desse consumo, bem como a redução de custos, a preservação ambiental, evitando o impacto da irrigação nos recursos hídricos naturais disponíveis e os possíveis impactos legais e sociais decorrentes.

### **Palavras-chave :**

Reúso; água; efluentes; estação de tratamento.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>2. DESENVOLVIMENTO</b> .....	10
2.1 A Água .....	10
2.1.1 Características e funções .....	10
2.1.2 Ciclo hidrológico .....	12
2.2 Consumo humano .....	14
2.3 Classificação .....	15
2.4 Usos .....	16
2.5 Poluição .....	18
2.6 Escassez .....	19
2.7 Águas residuárias .....	22
.....	23
2.7.1 Tratamento das águas residuárias .....	25
2.8 Água no Direito Brasileiro .....	28
.....	28
<b>3. ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	28
.....	32
3.1 Reúso da água .....	33
3.2 A necessidade do reúso .....	34
3.3 Reúso agrícola .....	34
3.4 A utilização de técnicas de reúso para irrigação em regiões semi-áridas.....	36
<b>4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	39
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	42
<b>6. ANEXOS</b> .....	



## 1. INTRODUÇÃO

Até a metade do século XX, pensava-se que a Terra não tinha limites. Seus recursos, dentre os quais a água, eram considerados, mundialmente, como bens inesgotáveis e passíveis de utilização abundante.

A partir dessa época, os ecologistas, conscientes de que a crise ecológica do planeta é consequência direta de um modelo de civilização insustentável, se engajam nas lutas para conquista de mais espaço político, com vistas às mudanças sociais, econômicas e culturais.

Um importante marco dessa tendência de mudança foi à realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano que, realizada em Estocolmo, em 1972, oficializou o surgimento da preocupação ecológica internacional.

Vinte anos depois, 178 países, reunidos no Rio de Janeiro, participaram da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento que, conhecida como ECO 92, se constitui em mais um passo para a ampliação da consciência ecológica mundial. Na ocasião, entre outros documentos importantes, foi aprovada a Agenda 21 que tenta unir ecologia e progresso num ambicioso modelo de desenvolvimento sustentável, ou seja, compatível com a capacidade de sustentação do crescimento econômico, sem exaustão dos recursos naturais. A Agenda 21 prega ainda a união de todos os países com vistas à melhoria global da qualidade de vida.

Além disso, a Agenda 21 dedicou importância especial ao Reúso, recomendando aos países participantes da ECO 92 a implementação de políticas de

gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção da saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas.

No Brasil, a primeira semente de consciência ecológica foi lançada na Constituição Federal de 1988, que formalizou um entendimento que os recursos hídricos são finitos e, portanto, merecem um tratamento jurídico específico mais contundente e uma prática que pressuponha tanto a conservação dos mananciais quanto à distribuição mais eqüitativa dos recursos.

Pautada pela ameaça de escassez dos recursos hídricos, a legislação brasileira privilegiou, inicialmente, a racionalização do uso primário da água e o estabelecimento de princípios e instrumentos para sua utilização.

Somente com a promulgação da Lei N° 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, começam a ser discutidas as questões relativas aos recursos hídricos, à gestão do uso da água por bacias hidrográficas e ao conceito de usuário pagador. É também, a partir dessa nova figura jurídica, que se esboça uma discussão mais efetiva e tem início a implantação do que se pode chamar de Reúso da Água. Pela definição de Lavrador Filho:

reúso da água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir a necessidade de outros usos benéficos, inclusive o original. (Fink e Santos, 2003)

Aliadas às estratégias de reúso, impõem-se as políticas de distribuição desse recurso de forma mais democrática, visando garantir a adequada prestação de serviço de saneamento para as populações de baixa renda. A disseminação dos serviços de infra-estrutura básica para as

populações mais carentes não somente tem repercussões significativas na saúde pública como contribui para uma agenda brasileira voltada à inclusão social.

Nesse trabalho, após uma breve conceituação sobre a água e seus usos , em suas diversas implicações praticas e teóricas, pretende-se analisar a viabilidade de utilização das técnicas de reúso de água como alternativa para solucionar a escassez hídrica em regiões semi-áridas.

A escolha do tema teve como objetivo mostrar a importância do reúso de efluentes em regiões com problemas de escassez hídrica e se há a possibilidade do aproveitamento dessa água na irrigação de culturas, sem riscos para a saúde dos consumidores, após a irrigação com águas provenientes de esgoto tratado.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. A água**

#### **2.1.1. Características e funções**

O vocábulo água, do latim *aqua*, designa uma substância mineral incolor, inodora, insípida composta de dois átomos de hidrogênio e oxigênio (H<sub>2</sub>O). A água, que cobre ¾ da superfície da Terra, é encontrada na natureza em estado líquido: mares, rios e lagos; em estado sólido: gelo e neve e, na atmosfera, sob as formas de vapor visível: neblina e nuvens .

Abaixo da superfície, infiltrada no solo, há mais de quatro milhões de quilômetros cúbicos que contornam rochas, cavernas, formam poços, lençóis e

aqüíferos. Entorno do planeta, na atmosfera terrestre, existem mais de cinco mil quilômetros cúbicos de água, em forma de vapor.

Parte integrante do ecossistema terrestre, a água é imprescindível para o desenvolvimento de todos os seres vivos já que possibilita: o transporte das substâncias reguladoras dos processos vitais e a manutenção das estruturas celulares dos tecidos.

Nas plantas, a água de transporte, que leva as substâncias das raízes às folhas, constitui cerca de 75% do peso da planta. No caso dos seres humanos, aproximadamente 70% do peso do corpo é formado de água. Desse total, 10% localizam-se no sangue, 20% nos interstícios celulares e o restante ocupa o interior das células.

Além da disponibilidade hídrica ser uma condição básica para a sobrevivência das espécies, é também de relevante importância para o desenvolvimento econômica e social de qualquer comunidade ou país. De fato, a água, elemento indispensável à vida por suas propriedades químicas, físicas, tornou-se um produto cujas necessidades tem crescido à medida que a civilização se desenvolve.

Apesar de abundante na natureza, pois ocupa 71% da superfície terrestre, a água nem sempre está disponível, uma vez que a distribuição dos volumes estocados nos principais reservatórios de água da Terra, não correspondem às demandas necessárias para a sobrevivência do planeta.

Admite-se hoje que a quantidade total de água da terra – aproximadamente 1.4 bilhões de km<sup>3</sup> - tem se mantido aproximadamente constante durante os últimos 500 milhões de anos. Todavia, as quantidades

estocadas nos diferentes reservatórios de água da Terra variaram substancialmente ao longo desse período em função das ações poluidoras e predatórias nas imediações das fontes. (Shiklomanov, 1999)

### **2.1.2. Ciclo hidrológico**

As águas na Terra encontram-se em permanente movimento, constituindo assim, o ciclo hidrológico, que é a transformação de um estado (sólido, líquido ou gasoso) a outro e assim sustentando a vida no Planeta.

O ciclo hidrológico tem como responsabilidade o movimento de imensas quantidades de água ao redor do planeta. Parte desse movimento é rápido, pois em média , uma gota de água permanece aproximadamente 16 dias em um rio e cerca de 8 dias na atmosfera. Porém esse tempo pode se estender por milhões de anos quando se trata da água que atravessa um aquífero profundo. Sendo assim, existe a reciclagem continuamente das gotas de água. (OMM/UNESCO, 1997)

Apenas 25% da água que cai como chuva pode ser interceptada pelas copas das árvores. O restante escoar pela superfície do solo ou nele se infiltra. Cerca de 1% da água que cai é retirada para formação da matéria orgânica que constitui os seres vivos. O restante atinge diretamente os mares, ou chega a eles por meio dos cursos de água.

Nas áreas urbanas, devido à impermeabilidade do solo, à falta de cobertura vegetal e a poluição, esse ciclo natural da água é rompido ou, sensivelmente prejudicado. ([www.sosmatatlantica.org.br](http://www.sosmatatlantica.org.br)) Se compararmos a distribuição dos estoques de água doce no globo terrestre com a respectiva

distribuição da população, verifica-se que existe uma “má distribuição”, ou seja, há partes da Terra com falta crônica desse precioso líquido.

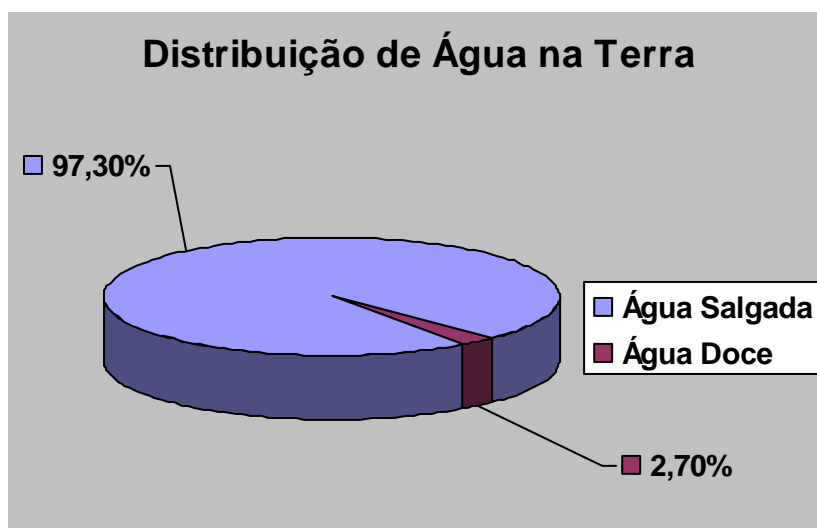


Figura 1 – Distribuição de Água na Terra

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), a população mundial deve se estabilizar, por volta do ano de 2050, entre 10 a 12 bilhões de habitantes, o que representa cerca de 5 bilhões a mais que a população atual, enquanto a quantidade de água disponível para o uso permanece a mesma. (OMM/UNESCO, 1997).

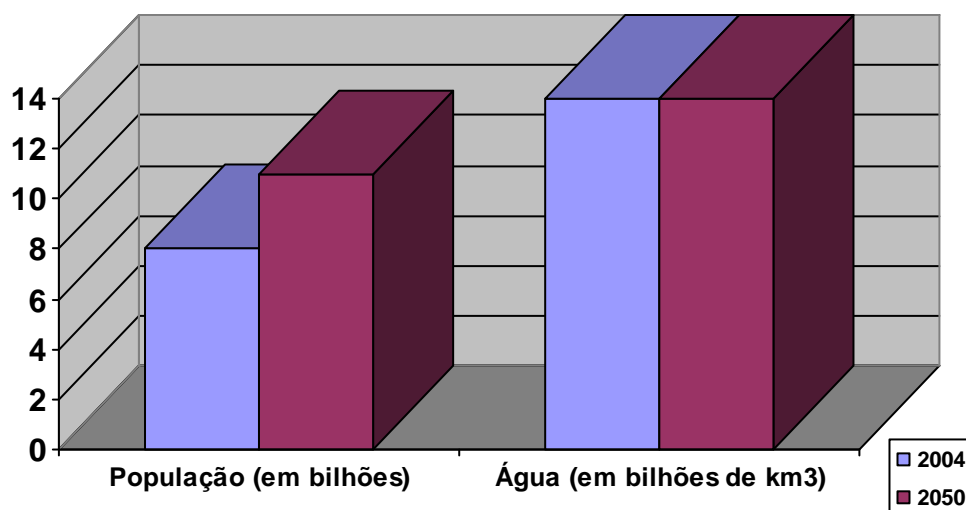


Figura 2 : Relação entre o crescimento da população e a disponibilidade de água na Terra.

Fonte : OMN/UNESCO, 1997 e Shiklomanov, 1999

## 2.2. Consumo humano

Enquanto uma pessoa se satisfaz com um consumo anual de água igual a dez vezes o seu peso (750 kg de água/ano para uma pessoa de 75 kg), são necessários 1.500 kg de água para se obter um quilo de trigo, 4.500 kg para um quilo de arroz e 10.000 kg para um quilo de algodão. Na indústria, são necessários 300 kg de água para produzir um quilo de aço e 250 kg para um quilo de papel.

De acordo com estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS), mais de um sexto da população mundial, o que corresponde a mais de 1,1 bilhões de pessoas não possui suficiente disponibilidade de água para o consumo doméstico e, em trinta anos, se estima que haja 5,5 bilhões de pessoas vivendo em áreas com moderada ou séria carência de água. (Population Reference Bureau, 1997)

Dessa forma, não é despropositado afirmar que as atividades humanas já atingiram um elevado grau de utilização dos recursos naturais disponíveis, o que nos obriga a pensar no futuro de uma nova forma. (Lima, 2000).

Do ponto de vista ambiental, sabe-se, hoje, que a exploração incontida dos mananciais de água provoca deslocamento do equilíbrio ecológico das espécies aquáticas e afeta, indiretamente, todo o ecossistema do entorno.

Até poucas décadas atrás, os livros clássicos de economia, em todo mundo, davam como exemplos de "bens não econômicos", isto é, abundantes

e inesgotáveis, a água, o oxigênio, o sal de cozinha etc, que não tinham, portanto, valor econômico.

Hoje, a água é não somente um “bem econômico”, como atinge *status* de um bem verdadeiramente raro, cuja disponibilidade e formas de uso passam a se constituir em preocupações mundiais.

Essas preocupações, que vêm sensibilizando as instituições governamentais e as organizações civis em todo o mundo, motivaram a escolha de 2004 como o Ano Mundial da Água. A CNBB, por exemplo, na Campanha da Fraternidade de 2004, adotou o tema “Água, Fonte de Vida”, na tentativa de estimular uma reflexão e lançar um alerta sobre o mau uso desse tão precioso bem.

A falta de consciência de que a água é um recurso finito tem levado a um decréscimo acentuado na quantidade e qualidade da água disponível para uso até nas regiões outrora com boa disponibilidade hídrica.

### **2.3. Classificação**

As águas podem ser classificadas em: natural, potável, de consumo industrial e de processo.

Água natural – as águas naturais são classificadas quanto às fontes de origem em: superficiais ou *netunianas* e profundas ou *plutônicas*, que correspondem às subterrâneas. Quanto à composição, a água natural pode ser contaminada, quando a composição é igual ou semelhante a do terreno em que passa; e poluída, quando contém material orgânico em decomposição e substâncias diversas das que compõem o terreno.



Água potável – corresponde à água tratada para o consumo humano. O tratamento da água começa pelos ensaios de turbidez ou turvação, cor e pH. A turbidez é causada pelas argilas, matérias orgânicas e microrganismos. A cor é devida à presença de tanino, oriundo dos vegetais. A água própria para o consumo deve apresentar um pH na faixa situada entre 5,5 e 8. Geralmente a correção do pH da água é feita por meio da adição de cal ou aluminato de sódio.

As águas destinadas ao consumo das populações são, em geral, alcalinas. A alcalinidade provém do bicarbonato de cálcio ou de compostos semelhantes, enquanto que a acidez pode ser resultante da presença de ácidos orgânicos existentes em terrenos pantanosos ou dos sulfatos transportados pelas chuvas que atravessam atmosferas poluídas.

Água de consumo industrial – para o consumo industrial, a água deve ser analisada segundo a finalidade: água de refrigeração, utilizada em trocadores de calor, torres de refrigeração, máquinas e compressores complexos; e água de produção de vapor, empregada em caldeiras e tubulações.

Água de processos – é a que participa diretamente das reações químicas por um mecanismo de hidrólise ou de dissolução. Seu tratamento compreende a remoção da acidez, da alcalinidade, da dureza, do ferro e de outros minerais conforme as exigências da aplicação.

## **2.4. Usos**

As maneiras de utilização da água aliada aos costumes, cultura e o desconhecimento, determinam na maioria das vezes, a importância dos

benefícios relativos à saúde que uma população pode alcançar a partir de investimentos em abastecimento público de água.

Desde o momento que um sistema de abastecimento de água é posto em uma comunidade, os moradores podem ter seus hábitos modificados por um programa educacional que visa o aprendizado do uso racional da água.

Segundo o site [www.cma.al.gov.br](http://www.cma.al.gov.br), em seu artigo “ Os Usos da Água”, classificam sua utilização em:

A) Abastecimento público, o uso mais nobre da água, subdividido em: uso doméstico: como fonte de vida, bebida, no preparo de alimentos, higiene pessoal, limpeza na habitação, irrigação de jardins e pequenas hortas particulares, criação de animais domésticos, entre outros, e uso público: escolas, hospitais e demais estabelecimentos públicos, irrigação de parques e jardins, limpeza de ruas e logradouros, paisagismo, combate a incêndios, navegação etc.

B) Industrial: como matéria-prima na produção de alimentos e produtos farmacêuticos, gelo etc.; em atividades industriais onde a água é utilizada para refrigeração, como na metalurgia, para lavagem nas áreas de produção de papel, tecido, em abatedouros e matadouros etc.; e em atividades em que é utilizada para fabricação de vapor, como na caldeiraria, entre outros.

C) Comercial: uso em escritórios, oficinas, nos centros comerciais e lojas, em bares, restaurantes, sorveterias etc.

D) Agrícola e pecuário - na irrigação para produção de alimentos, para tratamento de animais, lavagem de instalações, máquinas e utensílios.

E) Recreacional: nas atividades de lazer, turismo e socioeconômicas, nas piscinas, lagos, parques, rios etc.

F) Geração de energia elétrica: na produção de energia através da derivação das águas de seu curso natural.

G) Saneamento: na diluição e tratamento de efluentes.

## **2.5. Poluição**

Durante séculos o homem utilizou os rios como receptores dos esgotos das cidades e dos efluentes das indústrias que reúnem grande volume de produtos tóxicos e metais pesados, prática que resultou na morte de enormes e importantes rios.

Além da poluição direta, por lançamento de esgotos, falta de sistemas de tratamento de efluentes e saneamento, há a chamada poluição difusa, que ocorre com o arrasto de lixo, resíduos e diversos tipos de materiais sólidos que são levados aos rios com a enxurrada. Ao "lavar a atmosfera", a chuva também traz poeira e gases aos corpos de água.

Nas zonas rurais, as maiores causas de poluição são os agrotóxicos utilizados nas lavouras, seguidos do lixo que é jogado nas águas e margens de rios e lagos, além das atividades pecuárias como a suinocultura, esterqueiras e currais, construídos próximos aos corpos d'água.

Há ainda os acidentes com transporte de cargas de resíduos perigosos e tóxicos, rompimento de adutoras de petróleo, óleo, de redes de

esgoto e ligações clandestinas. Em algumas regiões, as fossas negras e os lixões podem contaminar os lençóis de água subterrânea.

De acordo com definição da Organização Mundial de Saúde:

Um curso de água é considerado poluído quando a composição e o estado das suas águas forem, direta ou indiretamente, alterados em consequência da atividade do homem, numa medida tal que elas se prestam menos facilmente (ou mais dificilmente) a todos os usos para os quais poderiam servir em seu estado natural. (in Azevedo Netto, s.d.)

De acordo com a Lei 6938/81, Artigo 3º, em seu Inciso III, entende-se por poluição:

(...) poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades, que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Podem ser distinguidos vários tipos de poluição: física, química, bioquímica, biológica, bacteriana e radioativa.

Embora a poluição hídrica dos mananciais provoque a destruição da fauna e da flora aquáticas, devido principalmente às alterações dos teores de oxigênio e matéria orgânica e às variações de pH e temperatura, esse efeito de natureza ecológica não atinge diretamente o homem.

A saúde humana é afetada pela contaminação bacteriológica, química ou radiológica da água que utiliza em sua alimentação. Essa contaminação está relacionada ao transporte de bactérias, vírus, fungos e outros organismos patogênicos bem como tóxicos e substâncias radioativas e carcinogênicas veiculadas através das águas poluídas.

Assim, indiretamente, a poluição contribui para reduzir os estoques de água de qualidade para o uso doméstico, sobretudo, aquele relacionado à alimentação.

## **2.6. Escassez**

A humanidade tem seu desenvolvimento associado aos usos da água e, durante milênios, o homem considerou-a um recurso infinito. Apenas há algumas décadas, a humanidade despertou para a dura realidade de que os recursos naturais estão se tornando escassos e que é preciso acabar com a falsa idéia de que a água é inesgotável.

A água desempenha um papel complexo tanto nos sistemas naturais como nas atividades humanas. Sem água, a vida como conhecemos seria impossível. Toda evolução dos seres vivos está associada e depende desse precioso líquido.

Embora, a disponibilidade de água na Terra exceda em muito a demanda humana, tem-se que mais de 99% dessa água não serve para o consumo ou tem um custo proibitivo de exploração.

Com base na disponibilidade de menos de 1.000 m<sup>3</sup> de água renovável por pessoa/ano, existem projeções, que antecipam a escassez progressiva de água no mundo.

Segundo Sandra Postel, por um contínuo processo de evaporação e precipitação, 40 milhões de metros cúbicos de água são transferidos anualmente dos oceanos para a terra e contribuem para renovar os estoques de água doce. Entretanto, o problema surge devido à desigual distribuição

dessa água e ao mau uso que se faz da água captada. (in Santos e Mancuso, 2003).

Na verdade, grandes populações vivem em áreas caracterizadas por abundantes precipitações pluviométricas, enquanto outras vivem em regiões semi-áridas. Atualmente, além de a população crescer mais nos locais onde a falta de água é grave, 262 milhões de pessoas, de 26 países, habitam zonas de escassez de água.

Atualmente, 93,4% da água consumida no mundo é utilizada pela agricultura, 3,8% pelas indústrias e apenas 2,8% para os diversos fins urbanos (Shiklomanov, 1997). No Brasil, o quadro se apresenta de 70% para a agricultura, e os 30 % remanescentes destinam-se ao consumo doméstico e industrial, em partes iguais (Ivanildo Hespanhol, 2003)

Se o homem primitivo mudava-se constantemente, numa busca permanente por locais com certa abundância de água, o crescimento das populações e a fixação dos núcleos urbanos impõem o uso racional dos recursos hídricos.

A água usada e descartada, desde que tratada adequadamente, pode constituir um estoque alternativo, sobretudo para fins industriais, contribuindo para ampliar a economia de reciclagem.

Hoje, depois de muitos debates nacionais e internacionais, reconhece-se finalmente a água como um recurso finito que, para se tornar um bem de domínio público, requer uma gestão compartilhada com a comunidade, os técnicos e aqueles responsáveis pelas decisões políticas.

Essa gestão implica alguns desafios não somente de natureza tecnológica, mas, sobretudo, de caráter político e social.

Embora em termos absolutos a oferta de água supere a demanda, os problemas se localizam na distribuição dos recursos pelo planeta, observando-se desde já países que convivem com a escassez, países do norte e do centro da África, e outros com o estresse hídrico, países localizados na Ásia, no leste africano e no oeste latino-americano.

Assim, a gestão desse recurso deve compatibilizar a oferta dos recursos com a demanda da população.

Estudos recentes sobre os recursos hídricos mostram que a quantidade de água no planeta se mantém constante, mas que a sua qualidade se deteriora, gerando uma diminuição progressiva desses recursos. Por outro lado, a demanda aumenta proporcionalmente ao crescimento da população, o que leva a crer que um déficit na oferta pode dar lugar a um conflito social.

O conceito da água como instrumento de paz mundial, já se torna explícito na frase de John F. Kennedy:

“Quem for capaz de resolver os problemas da água, será merecedor de dois prêmios Nobel, um pela Paz e outro pela Ciência”.

Diante desse quadro, a alternativa seria o desenvolvimento de técnicas eficientes para estabelecer um equilíbrio dinâmico entre a oferta e a demanda.

A alternativa que surge para enfrentar a questão relativa ao equilíbrio entre a oferta e a demanda e à discrepância entre as ofertas dos diferentes

países é o reúso da água, um importante instrumento de gestão ambiental que conta com tecnologias já consagradas para sua efetivação.

Na verdade, o conceito de reúso da água passou a ser mais discutido a partir da década de 80, quando as águas para o abastecimento da indústria começaram a ficar muito caras e passaram a onerar os produtos finais. As empresas foram, então, levadas a buscar soluções de reaproveitamento máximo da água, na tentativa de compatibilizar suas receitas com as suas despesas.

## **2.7. Águas residuárias**

Para compreender as estratégias do reúso, torna-se necessário proceder ao levantamento das águas passíveis de reaproveitamento. Denominam-se residuais, ou residuárias, todas as águas descartadas que resultam da utilização para diversos processos. Essas águas podem ser divididas em:

- Águas residuais domésticas: provenientes de banhos, cozinhas e lavagens em geral;
- Águas residuais industriais: resultantes de processos de fabricação;
- Águas de infiltração: resultantes da infiltração nos coletores de água existentes nos terrenos;
- Águas urbanas: resultantes das chuvas, regas etc.

### **2.7.1 Tratamento das águas residuais**

Geralmente, essas águas transportam uma quantidade razoável de materiais poluentes que podem comprometer o meio ambiente natural e todas



as atividades que dele decorrem diretamente, tais como: a pesca, a navegação, a geração de energia etc.

Segundo Marcos Vinícius Folegatti, a água residual doméstica contém 99% de água, sendo a fração restante constituída por sólidos orgânicos e inorgânicos, em suspensão ou dissolvidos, e por microorganismos. A quantidade e a qualidade do material sólido encontrado nas águas residuais depende dos hábitos e do nível de instrução da comunidade consumidora.

Para receber o tratamento adequado, as águas residuais devem ser recolhidas nos coletores e transportadas para as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR).

Primeiramente, a água é submetida a um processo de tratamento físico para a remoção dos sólidos. Antes de entrar nas ETAR, a água passa por um canal cortado por grades em paralelo, cuja função é reter os depósitos sólidos maiores, tais como: paus, pedras etc., os quais são acondicionados e, posteriormente, encaminhados para o aterro sanitário.

Em seguida, a água residual segue pelo canal até atingir a ETAR, onde é desenvolvida a operação de desarenação, que consiste na remoção dos sólidos de pequenas dimensões como, por exemplo, as areias. A desarenação ocorre em dois tanques circulares denominados desarenadores.

Finalmente, livre dos depósitos sólidos, a água sofre um tratamento estritamente biológico chamado processo de lagunagem, realizado nas lagoas de estabilização.

Mais especificamente, pode-se dizer que o tratamento das águas residuárias cumpre normalmente três etapas: pré-tratamento e tratamento

primário, para remoção de sólidos grosseiros, graxas, gorduras, materiais inertes e uma pequena fração da matéria orgânica; tratamento secundário, para remoção da maior parte de matéria orgânica, de uma parcela dos patógenos e de nutrientes e tratamento terciário, para remoção de patógenos, nutrientes e bioprodutos formados durante o tratamento.

No caso específico do reúso agrícola, para produzir uma água tratada que seja economicamente aceitável, Hespanhol sugere as lagoas de estabilização, que podem ser classificadas em três tipos: lagoas anaeróbias, facultativas e de maturação.

Esse tipo de processo de tratamento leva a um esgoto que pode ser utilizado para irrigação irrestrita, inclusive para vegetais, além de ser econômico, porque é um processo que não usa energia nem equipamentos, só precisa de uma grande quantidade de terra, que é compatível com a área agrícola. (Hespanhol, 2003)

## **2.8. A água no Direito Brasileiro**

Dentre os recursos naturais, a água é o que vem sendo tutelado pelo direito brasileiro há mais tempo. O Código Civil de 1916, já havia dedicado uma de suas seções às utilizações e aos regimes da água.

Todavia, o primeiro grande marco histórico-institucional da gestão de recursos hídricos é o Código das Águas, instituído pelo Decreto-Lei nº 24.643 de 10 de julho de 1934, ainda considerado um texto modelar do Direito positivo brasileiro. Esse instrumento legal tinha como principal objetivo regulamentar a apropriação da água como fonte geradora de energia elétrica.

O crescimento da população urbana brasileira, com o correspondente aumento da demanda por produtos, sobretudo alimentos, deu lugar ao florescimento do princípio dos “usos múltiplos”, já que alguns setores,

principalmente o da agricultura irrigada, passou a se insurgir contra os privilégios concedidos pelo governo federal ao setor hidro-energético.

O debate resultante, centrado na repartição dos volumes de água de forma a contemplar todos os setores, implicou a necessidade da revisão da legislação de forma a incorporar os aspectos da organização administrativa para a gestão dos mananciais brasileiros e, conseqüentemente, para o estabelecimento de critérios de repartição, ocorrendo uma nova e importante alteração no tratamento da água, vinda com a Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 26, inciso I onde passou a ser considerados bens dos Estados:

“As águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósitos, ressalvadas, nesse caso na forma da lei as decorrentes de obras da União.”

Os rios e lagos internacionais ou que banhem mais que um Estado passaram ao domínio da União (CF, Art. 20, Inc. III).

A implementação da nova ordem constitucional veio com a Lei 9.433/97, denominada como Lei dos Recursos Hídricos, aonde vem expressamente declarado em seu art. 1º, que não há mais águas particulares no Brasil, sendo a propriedade e domínio dos cursos e corpos d'água exclusivamente público, e ficando o direito de uso sujeito à outorga pelo Poder Público.

Os princípios que nortearam a criação dos instrumentos de política de Recursos Hídricos no Brasil são: 1) a bacia hidrográfica como unidade de planejamento; 2) os usos múltiplos da água, pelo qual a água deve estar eqüidistante a todos os usuários; 3) o reconhecimento da água como um bem econômico, o que implica necessidade de cobrança pelo uso da água; 4)

gestão descentralizada e participativa do poder público, dos usuários e das comunidades.

Além de estabelecer critérios de proteção ambiental, a Lei nº 6938/81 estabelece os deveres da Federação com relação ao meio ambiente e define a ação governamental: na manutenção do equilíbrio ecológico; na racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar; no planejamento e na fiscalização do uso dos recursos ambientais; na proteção dos ecossistemas; no controle e zoneamento das atividades potenciais ou efetivamente poluidoras; nos incentivos à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional dos recursos ambientais; na recuperação das áreas degradadas e/ou ameaçadas de degradação e na educação ambiental. (Água Doce: o maior tesouro da humanidade).

Embora possua 14% da água disponível no mundo, o Brasil não conseguiu ainda racionalizar a exploração de seus mananciais nem investir o suficiente para atender, com qualidade, a toda sua população. Contribuem para isso: 1. a assimetria na distribuição dos recursos hídricos, sendo que só a região norte concentra 70%; 2. a baixa disponibilidade de água na região nordeste; 3. as altas densidades demográficas das regiões sul e sudeste.

O primeiro passo efetivo para a racionalização do uso da água no Brasil veio com a promulgação da Lei das Águas, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Apesar de um atraso de 30 anos em relação aos países desenvolvidos, essa lei brasileira incorpora os instrumentos adequados de gestão na administração dos recursos hídricos e trata a água segundo os novos paradigmas quanto aos usos

múltiplos, à participação popular em sua gestão e ao reconhecimento de que se trata de um recurso finito, vulnerável e dotado de valor econômico.

Esse dispositivo legal, que reflete uma profunda modificação no que se refere aos usos múltiplos da água, às prioridades desses usos e ao seu valor econômico, permitiu que se estabelecesse um preço para a água até hoje captada de graça dos corpos hídricos. A cobrança pelo uso da água implica o reconhecimento da água como um bem econômico, incentiva a racionalização de seu uso e facilita a obtenção de financiamento para os investimentos no aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

Constituem fundamentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos:

- A água é um bem de domínio público;
- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- A bacia hidrográfica é a unidade territorial básica;

Sendo um bem econômico de domínio público, a água doce entra no mercado brasileiro, como produto posto à venda, que possui como características específicas: 1) não foi objeto de modificação tecnológica significativa e tem utilizações que não apresentaram grandes variações ao longo do tempo; 2) integra um mercado tipicamente interno; 3) exige investimentos pesados e irreversíveis com grande período de amortização; 4) tem que ser gerido sob a ótica de longo prazo; 5) possui um fator preço limitado por razões políticas; 6) tem que ser controlado por entidades públicas; 7) é um monopólio natural. (Água Doce: o maior tesouro da humanidade)

Em 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), com o objetivo específico de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos mediante: o desempenho de funções reguladoras (gestão dos direitos de uso da água) e de funções executivas (desenvolvimento do sistema nacional sobre os recursos hídricos). A formulação das políticas é de responsabilidade do órgão central do SINGRH, no caso específico, do Ministério do Meio Ambiente, por intermédio da Secretaria de Recursos Hídricos.

Cabe à Agência Nacional de Águas, criada pela Lei 9.984 de 17 de julho de 2000, dentro de sua função de promover o desenvolvimento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos estabelecida pela Lei nº. 9.433, administrar os aspectos relativos à seca no nordeste brasileiro e à poluição dos cursos de água no território nacional.

### **3. ANÁLISE DOS DADOS**

#### **3.1. Reúso da água**

O reúso ocorre espontaneamente na própria natureza, no ciclo hidrológico, ou através da ação humana, de forma planejada ou sem controle.

Mais recentemente, o reúso pode ser definido como a utilização da água por mais de uma vez, depois de um tratamento específico adequado. O reúso planejado da água faz parte da Estratégia Global para a Administração da Qualidade da Água, um programa global que, encabeçado pela Organização das Nações Unidas (ONU) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), pretende alcançar três importantes metas: proteção da saúde pública, manutenção da integridade dos ecossistemas e uso sustentável da água.

Embora o reúso das águas de chuva seja uma prática vernácula dos países e populações que convivem diretamente com situações extremas de seca, só mais recentemente o reúso passa a se impor como uma forma abrangente e eficiente de conservação dos mananciais hídricos.

A tecnologia do reúso, aliada à da regeneração da água, surge como um esforço da engenharia ambiental, que busca uma solução para a utilização mínima de água em um processo produtivo e a máxima proteção ambiental como o menor custo possível.

Além de ser uma medida eficaz para resolver a questão do abastecimento, o reúso proporciona um ganho econômico, com a redução na captação, na quantidade de químicos para seu tratamento e no lançamento de efluentes.

Lavrador Filho (1987) definiu o reúso de água, como o aproveitamento de águas previamente utilizada, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original.

Já Metcalf & Eddy (1991) conceituam o reúso como o uso de água residuária tratada para diversas finalidades tais como irrigação e troca térmica em indústrias. Como várias formas de reúso acontece acidentalmente, utiliza-se o termo reúso planejado de água.

O reúso já vem sendo utilizado, segundo alguns registros, desde a Grécia Antiga cuja prática se fazia na irrigação e com disposição de esgotos. Entretanto, somente com as crescentes demandas, o reúso se tornou um tema atual e de grande relevância.

Há de se levar em consideração que o reúso de água faz parte de uma atividade mais ampla, onde o controle de perdas e desperdício se faz de um modo mais racional e eficiente, minimizando a produção de efluentes e do consumo de água.

Dentro dessa ótica, os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de irrigação, entre outros. Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o uso de esgotos contribui para a conservação dos recursos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos.

O reúso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática atualmente muito discutida, posta em evidência e já utilizada em alguns países, é baseada no conceito de substituição de mananciais. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico. Dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reúso quando se utiliza água de qualidade inferior (geralmente efluentes pós-tratados) para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade.

O reúso da água exige alguns cuidados no que se refere à qualidade da água residuária recuperada.

Dentre os fatores que afetam a qualidade da água para reúso, estão:

1. qualidade na fonte geradora; 2. processo de tratamento; 3. confiabilidade do



processo de recuperação da água; e 4. projeto e operação dos sistemas de distribuição.

A água para reúso deve ser segura no que se refere à proteção da saúde pública. Os critérios para avaliação da qualidade da água são, nesse caso, baseados na segurança microbiológica ou bacteriológica. Além disso, a maioria dos usos implica certos requisitos físico-químicos, que limitam a aceitabilidade da água.

Quando a água residuária é usada para irrigação, devem ser considerados os efeitos dos seus constituintes sobre as plantas cultivadas, o solo e o aquífero subterrâneo.

Além dessas considerações, não devem ocorrer impactos sobre a estética e a aparência produzida pela água utilizada. As características da água – cor, turbidez e odor, não devem ser diferentes daquelas de uma água potável.

A manutenção do aspecto da água potável após o tratamento para o reúso contribui para que seja aceita pela população.

No Brasil, o Grupo de Trabalho sobre Reúso Não Potável de Água, da Câmara de Ciência e Tecnologia vinculada ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CCT/CNRH), vem se reunindo desde 2002 com o objetivo de elaborar uma resolução contendo os balizamentos acerca da qualidade da água de reúso no Brasil. O desafio a ser superado pelas pesquisas atuais é a proposição de padrões de qualidade que satisfaçam, ao mesmo tempo, os requisitos de ordem sanitária e as condições de ampla aplicabilidade.

Foi aprovado em março de 2005, através do CNRH duas resoluções estabelecendo prioridades na cobrança pelo a utilização da água. De acordo com a Ministra do Meio Ambiente, Marina Silva essas regras aprovadas servirão de estímulo para a conservação, despoluição , reúso e o aproveitamento de tecnologias que economizem água. ([www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br))

### **3.2. A necessidade do reúso**

Á água tornou-se um fator de extrema importância para o desenvolvimento urbano, agrícola e industrial, principalmente em regiões áridas e semi-áridas. Muitos órgãos e gestores de recursos hídricos tentam encontrar incessantemente novas fontes de recursos para que seja feita uma complementação na pequena disponibilidade hídrica existente.

Tenhamos como exemplo, o Rio São Francisco que há mais de 75 anos, vem sendo motivo de controvérsias e debates, no que diz respeito a sua transposição, tendo como objetivo atender a demanda dos Estados não riparianos da região semi-áridas, localizados ao norte e a leste de sua bacia de drenagem.

Todavia, esse problema de escassez hídrica não afeta somente essas duas regiões acima citadas. Existem regiões cuja precipitação de água é de grande valia, porém o consumo é tamanho que passa a ocorrer à falta desse bem tão precioso. A Bacia do Alto Tiete, por exemplo, não consegue dar vazão à demanda da região metropolitana de São Paulo e dos municípios circunvizinhos.(Ivanildo Hespanhol, 2003)

Essa prática, além de se tornar onerosa traz conflitos legais e politico-institucionais, se tornando cada vez mais restritiva perante a

conscientização da população e o desenvolvimento institucional dos Comitês de Bacias atingidas pela perda desse recurso.

A estratégia básica para solução desse problema, seria deixar a água de boa qualidade, considerada nobre, para o consumo doméstico, enquanto que as águas de qualidade inferior, tais como esgoto, águas de chuva, águas salobras, para outras finalidades menos restritivas.

### **3.3. Reúso agrícola**

Com poucas exceções, a terra arável, no contexto mundial, aproxima-se dos seus limites de expansão. Diante dos problemas econômicos, sociais e ambientais vinculados ao desenvolvimento de novas áreas, a irrigação passou a se constituir em estratégia prioritária para o aumento da produtividade agrícola.

A grande questão que se coloca hoje é associada ao equilíbrio entre a oferta e a demanda de água para o atendimento das necessidades crescentes da agricultura irrigada.

E, como é previsível, esse crescimento da demanda da agricultura irrigada tende a aumentar os conflitos que já ocorrem hoje na grande maioria das bacias hidrográficas, principalmente naquelas em que se observa um significativo desenvolvimento urbano e agrícola.

Nas áreas urbanas, a repressão da demanda vem ocorrendo em função da redução das disponibilidades - devido ao crescimento demográfico e à expansão industrial, e da degradação dos mananciais.

A alteração desse cenário somente é possível com o desenvolvimento de uma política de conservação da água apoiada no reuso

consciente e planejada de águas de baixa qualidade – águas de drenagens agrícolas, salobras e de chuva, e, principalmente, no tratamento dos esgotos domésticos e industriais.

A utilização dos esgotos tratados na agricultura traz vantagens de ordem social: redução de doenças, conservação do volume de água doce, melhoria da qualidade de vida da população e não contaminação das águas de superfície e do subsolo; de ordem econômica: menor gasto com saúde, redução do uso de fertilizantes, disponibilidade permanente de água, maior produtividade; de ordem ambiental: diminuição da carga orgânica poluidora lançada nas águas superficiais.

#### **3.4. A utilização de técnicas de reúso para irrigação em regiões semi-áridas**

Em 1999, Carlos Adriano da Cruz Neves apresentou na Universidade do Ceará, uma dissertação voltada ao Saneamento Ambiental, na qual exibiu resultados de pesquisa que teve como objetivo estudar a aplicação de efluentes de estações de tratamento de águas residuárias em práticas de irrigação em regiões semi-áridas.

Considerada a escassez de informações acerca do impacto das diversas dimensões do reúso na agricultura, os resultados e conclusões obtidos nesse estudo serão tomados por base para a realização do presente trabalho.

Dentre os objetivos da dissertação, utilizados para consistir o problema explorado neste trabalho, estão o de mostrar a importância do uso de águas residuárias tratadas na irrigação, principalmente para a região Nordeste

do Brasil; observar a sobrevivência de microorganismos na superfície de hortaliças de folha, fruto e raiz, irrigadas com efluente tratado; avaliar o nível de contaminação do efluente final da Estação de Tratamento de água em relação ao nível fixado pelas hortaliças irrigadas.

A pesquisa concluiu que se deve promover a irrigação, através de águas residuárias, como forma de minimizar a poluição dos recursos hídricos, considerando-se, ainda, a sua importância fundamental em regiões carentes destes recursos, como em áreas onde os rios são intermitentes, por exemplo, no nordeste brasileiro, devendo a água residuária ser tratada, antes da utilização na irrigação a fim de que o método de irrigação seja o menos contaminante possível.

A utilização de esgoto tratado aumenta a fertilidade do campo irrigado, além de suas condições físicas. No entanto, por, normalmente conter microorganismos patogênicos mesmo no efluente tratado, deve-se tomar cuidado para não haver contaminação, acima dos padrões aceitáveis, nas culturas irrigadas, no solo, no ar e em mananciais próximos.

Como geralmente o período de sobrevivência de microorganismos patogênicos, em vários ambientes, é razoável, devem-se utilizar sistemas de tratamento do esgoto bastante eficientes, do ponto de vista bacteriológico, ao se pensar na irrigação com tais efluentes.

Segundo Carlos Adriano, foi contado que a “média geométrica de coliformes fecais no efluente, 20 por 100ml, durante o período da irrigação, ficou bem mais abaixo do valor exigido pela WHO (1989) para irrigação irrestrita (qualquer tipo de cultura, até as ingeridas cruas). Conclui-se, com a pesquisa, que as diretrizes da OMS, em relação aos coliformes fecais na água

de irrigação, são bastante adequadas. Por outro lado, o padrão do CONAMA para águas de irrigação de hortaliças que são consumidas cruas são muito rigorosos.”

Considerando a falta de pesquisa similar a esta, a discussão dos resultados fica muito restrita, sem referenciais. Porém, segundo Vaz da Costa, Bastos e Mara (1996), citado por Carlos Adriano, é difícil se fazer comparações em estudos sobre sobrevivência de microrganismos, devido às amplas variações das condições climáticas, diferentes métodos de análise e diferentes culturas utilizadas nos experimentos.

No entanto, as conclusões do estudo analisado demonstram que sistemas de tratamento com qualidade, como lagoas de estabilização, podem ser propostas para regiões semi-áridas, como na região Nordeste.

#### **4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Ao se empreender um trabalho de pesquisa no campo da utilização de métodos de reúso da água como alternativa para escassez hídrica em regiões semi-áridas, constata-se que na prática muito se tem feito, não só em termos de reúso agrícola, ou industrial, mas também para fins urbanos. As percepções obtidas nas pesquisas bibliográfica e explicativa que embasaram este trabalho foram suficientes para afirmar que, o Brasil já detém grande parte da tecnologia, contudo sua efetiva utilização vem acontecendo gradativamente. Já existe em algumas áreas no Estado de São Paulo, o emprego de águas residuárias, tais como irrigação de parques e jardins

públicos, lavagem de rua, utilização em descargas em parques temáticos, e outros projetos ainda em estudo como lavagem da roupa hospitalar.

No Estado do Rio de Janeiro, o prefeito desta cidade baixou um decreto (Decreto Nº 23940 de 30 de janeiro de 2004) para a utilização de água de chuva para lavagens de veículos e partes comuns, jardinagem e outras.

O reuso mostra-se não apenas viável do ponto de vista financeiro de implementação, uma vez que a água potável cada vez mais sofrerá um escalonamento, o que será proibitivo para o consumo industrial, mas também do ponto de vista social, em razão da utilização de esgotos tratados na agricultura há redução de doenças hídricas, conservação do volume de água doce, melhoria da qualidade de vida da população e não contaminação das águas de superfície e do subsolo posto que os adubos químicos tornam-se dispensáveis.

As vantagens de ordem econômica consideram menor investimento em fertilizantes artificiais, disponibilidade constante de água e maior produtividade.

Sob a ótica ambiental, os recursos hídricos naturais são preservados devido à diminuição da carga orgânica poluidora lançada nas águas superficiais, ocorre à diminuição de microorganismos lançados no ambiente, a manutenção e regeneração dos ecossistemas, conservação do solo com lodos de tratamento biológico e a melhoria da estrutura do solo.

Entretanto, as pesquisas permitem conhecer também as desvantagens desse método, tais como a contaminação dos produtos, a

bioacumulação de elementos químicos, o desequilíbrio dos nutrientes, a salinização do solo.

Apenas 0,1% da composição dos esgotos domésticos é de material sólido. Os 99,9% restantes são compostos por água suja e contaminada por fezes e urina humana, ou seja, o tratamento é indispensável. O material fecal, além de conter nutrientes, possui também bactérias, vírus, protozoários, todos nocivos ao homem.

O reúso na agricultura de água de esgoto não tratada pode provocar a contaminação do ambiente com organismos que causam mal à saúde pública, uma vez que dão origem a doenças que afetam os agricultores, as pessoas que habitam próximas às áreas cultivadas e os consumidores do produto final dessas áreas irrigadas.

No que tange aos aspectos legais, é necessário que seja praticada uma política mais audaciosa, não apenas com o objetivo de regular a utilização de efluentes, no sentido de manutenção da preservação ambiental, mas na participação mais ativa e determinada dos governos Federal e Estaduais no financiamento da implantação de instalações de tratamento de água, considerando que o resultado da utilização do reúso na agricultura beneficia, em curto e longo prazo a toda população.

Contudo para que o reúso possa ter sucesso absoluto é necessário que haja a participação da comunidade. Sua aceitação é vital na determinação eficaz ou não de um programa de reúso, principalmente no que diz respeito ao reúso potável. Deve-se ter em mente campanhas de esclarecimento, livretos informativos, conversa com líderes comunitários, debates, organizar um



conselho consultor para os cidadãos, enfim, que seja passado credibilidade em relação ao assunto.

Espera-se que o presente estudo contribua para estimular a curiosidade dos leitores e de futuros estudiosos e pesquisadores interessados neste tema que muito tem a ser explorado sob o enfoque econômico, ambiental, social e, sobretudo, sob a égide legal.

## 5. REFERÊNCIAS

- ALVES, M. A. M. *Vulnerabilidade Sócio-ambiental da População Ribeirinha da Vila Cachoeirinha*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2001.
- ARAÚJO, Luis Alberto Davi. *A tutela da água e algumas implicações nos direitos fundamentais*. Bauru: Editora da Ite, 2002.
- AZEVEDO NETTO, J. M. Curso de Extensão Universitária sobre Poluição das Águas: águas residuárias. Brasília: UnB, s.d.
- CROSTA, A. (Org.). Os recursos físicos da terra: Bloco 4, Parte I: recursos hídricos. Campinas, SP: Unicamp, 2000.
- FREITAS, Ana Carolina - Regulamentação para reuso da água deve sair em outubro, Campinas, ago. 2004. Disponível em: <http://www.abcon.com.br/news.php/131>. Acesso em: 16 nov. 2004.
- FREITAS, V. P. *Águas: aspectos jurídicos e ambientais*. Curitiba: Juruá, 2002.
- HESPAÑHOL, I. Água e saneamento básico - uma visão realista. In: REBOUÇAS, A. da C. et al. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo : Escrituras, 1999.
- IMHOFF, K e K.R. *Manual de tratamento das águas residuárias*. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.
- HESPAÑHOL, I. e LOTUFO, J. G. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Makron Books, 2003.
- LAVRADOR FILHO, J. Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de São Paulo da USP. São Paulo, 1987.
- LIMA, J. E. F. W. *Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos / Arnaldo Augusto Setti:...* [ et al .] . 3ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica/Agência Nacional de Águas, 2001. 328p.:il.
- MANCUSO, P. C. S. e SANTOS, H. F. (Ed.). *Reúso de água*. Barueri, SP: Manole, 2003.
- MEJIA, A. et al. *Água do Brasil 4: água, redução de pobreza e desenvolvimento sustentável*. Brasília: Banco Mundial, 2003.
- METCALF & EDDY. Inc. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. 3. NewYork, McGraw - Hill Book, 1991.

NEVES, C.A. Aspectos Sanitários do Reúso de Água na Agricultura. In.: MOTTA/SUETÔNIO. *Reúso de Águas a experiência da Universidade Federal Ceará*. (Org.) Fortaleza, 2000.

Population Reference Bureau. La dinámica entre la población y el medio ambiente. Washington DC, 1997. In: DEMANBORO, A. C. e MARIOTONI, C. A.. O conceito de escala e o desenvolvimento sustentável, implicações sobre os recursos hídricos e energéticos. Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Energia, Vol.7, nº 2, 1999.

Sem Autor. Água doce: o maior tesouro da humanidade no século XXI. Monografia. Aracaju: Universidade Tiradentes, 2001.

REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: escrituras, 1999.

SETTI, A. A. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANEEL/ANA, 2001.

SETTI, .A. A necessidade do uso sustentado dos recursos hídricos. Brasília: IBAMA, 1934.

SHIKLOMANOV, I. A. International Hydrological Programme (IHP/IV/UNESCO), 1998. In: REBOUÇAS A. da C. et all. Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo : Escrituras, 1999.

SEM/MMA. Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília: MMA, 1999.

VERGARA, S. C. Começando a definir a metodologia. In: Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

UNESCO. *Hydro-environmental indices: A review and evaluation of their use in the assessment of the environmental impacts of water project*. IHP/II Project, 1984.

WHO/UNESCO. Hay suficiente agua en el mundo? 1997.

Camara Municipal de Arapiraca. Água é Vida . Os Usos das Águas. Alagoas. Disponível em <http://www.cma.al.gov.br/projetousos.htm>. Acesso em: 29 set. 2005. 21:00.

Ministério do Meio Ambiente. InforMMA/Assessoria de Comunicação. Conselho aprova novas regras para cobrança pelo uso da água. Ano V, Nº 159 . Mar, 2005. Disponível em :<http://www.mma.gov.br/port/srh/index.cfm>. Acesso em 29 set 2005. 23:00

SOS Mata Atlântica. Meio Ambiente. Questão da Águas. De Onde vem as águas? Disponível em

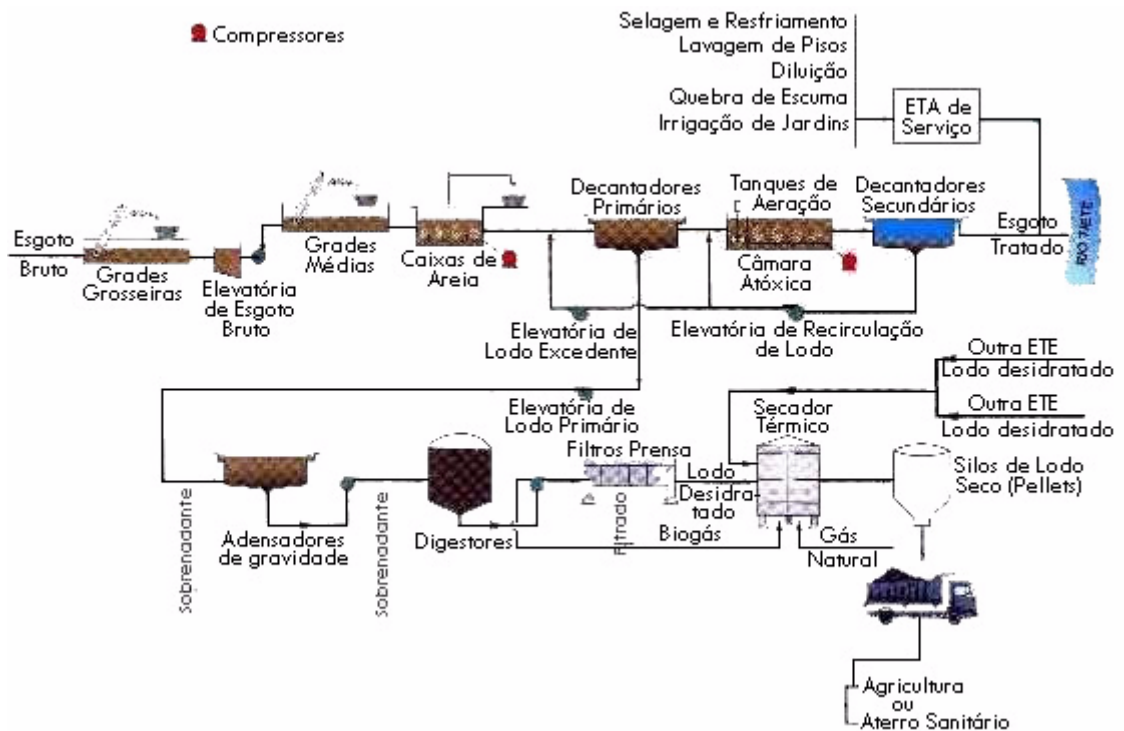
[http://www.sosmatatlantica.org.br/?secao=conteudo&id=3\\_4\\_1](http://www.sosmatatlantica.org.br/?secao=conteudo&id=3_4_1) Acesso em: 27 set. 2005. 22:00.

BRASIL. Constituição (1988). *Coletânea de Legislação de Direito Ambiental*. 2. ed. São Paulo: revista dos Tribunais, 2003.

BRASIL. Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Coletânea de Legislação de Direito Ambiental, São paulo, 2 ed. P.319*

BRASIL. Lei 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas . *Coletânea de Legislação de Direito Ambiental, São paulo, 2 ed. P.339*.

## ANEXO 1 – ESQUEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO



### BREVE DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO TRATAMENTO

#### GRADE GROSSEIRA:

Retenção dos materiais de grades dimensões, como latas, madeiras, papelão, etc.

#### ELEVATÓRIO DE ESGOTO BRUTO:

Recalque dos esgotos para o canal das grades médias.

#### GRADE MÉDIA

Remoção de materiais como trapos, estopas, papéis, etc.

#### CAIXA DE AREIA

Remoção da areia contida no esgoto que, depois de sedimentada, vai para o classificador de areia.

#### DECANTADOR PRIMÁRIO

Remoção do resíduo sedimentável dos esgotos, gorduras e óleos flutuantes. Esses materiais, após serem recolhidos por pontes raspadoras, são bombeados para os digestores.

## TANQUE DE AERAÇÃO

O efluente do decantador primário passa para o tanque de aeração. Combinando-se à agitação do esgoto com a injeção de ar, desenvolve-se, no tanque de aeração, uma massa líquida de microorganismos denominada "lodos ativados". Estes microorganismos alimentam-se de matéria orgânica contida no efluente do decantador primário, e se proliferam na presença do oxigênio.

## DECANTADOR SECUNDÁRIO

Remoção dos sólidos (flocos de lodo ativado) que ao sedimentarem no fundo do tanque são raspados para um poço central, retornando para o tanque de aeração. A parte líquida vertente do decantador é destinada ao rio.

## ELEVATÓRIO DE RETORNO DE LODO

O lodo ativado, recolhido no decantador secundário por pontes removedoras de lodo, é encaminhado a bombas retornando aos tanques de aeração e o excesso do lodo ao decantador primário.

## ELEVATÓRIO DE LODO PRIMÁRIO

Recalque do lodo gradeado para o interior dos adensadores de gravidade e digestores.

## RETIRADA DO SOBRENADANTE

Os adensadores e digestores são equipados com válvulas para retirada do sobrenadante (líquido que se separa do lodo digerido), que retorna ao início do processo.

## ADENSADORES DE GRAVIDADE

Equipamento com removedor mecanizado de lodo e espuma, de tração central. O efluente é coletado em um canal periférico e enviado para um sistema de coleta de efluentes da fase sólida.

## DIGESTORES

O lodo removido durante o processo de tratamento é enviado aos digestores. São grandes tanques de concreto hermeticamente fechados, onde, através do processo de fermentação, na ausência de oxigênio (processo anaeróbico) se processará a transformação de lodo em matéria altamente mineralizada, com carga orgânica reduzida e diminuição de bactérias patogênicas.

## SECADOR TÉRMICO

Retira água do lodo proveniente dos digestores, elevando seu teor de sólidos até o mínimo de 33%, seguindo para os silos e com destino para a agricultura ou aterro sanitário.

## ANEXO 2 – ESQUEMA DE TRATAMENTO DA ÁGUA



### BREVE DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO TRATAMENTO

#### FLOCULAÇÃO:

Etapa na qual a água é agitada lentamente para a formação dos flocos.

#### DECANTAÇÃO;

Etapa na qual os flocos afundam separando-se da água.

#### FILTRAÇÃO:

Etapa que retém os flocos que não afundaram no decantador.

### FUNÇÃO DOS PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE TRATAMENTO

#### SULFATO DE ALUMÍNIO:

Substância que agrega as partículas de sujeira que estão na água.

#### CAL:

Produto que corrige o Ph da água.

#### COLORO:

Substância que mata as bactérias e microorganismos presentes na água.

FLÚOR:

Substância que auxilia na redução das cáries dentárias.