

**UNIVERSIDADE GAMA FILHO**

**ANANDA HELENA NUNES CUNHA**

**REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL**

**BRASÍLIA – DF**

**2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**ANANDA HELENA NUNES CUNHA**

**REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL**

**UNIVERSIDADE GAMA FILHO**

**ANANDA HELENA NUNES CUNHA**

**REUSO DE ÁGUA NO BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade Gama Filho como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Saneamento Ambiental.

Orientador

Ph.D. Marco Tadeu Grassi

BRASÍLIA – DF

2010

**UNIVERSIDADE GAMA FILHO**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU  
EDUCAÇÃO ESPECIAL INCLUSIVA**

**ANANDA HELENA NUNES CUNHA**

**REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL**

Esta monografia será examinada e aprovada para a obtenção do título de Especialização em Educação Especial Inclusiva no Programa de Pós-Graduação da Universidade Gama Filho

---

Ph.D. Marco Tadeu Grassi

---

**Examinador**

À minha amada mãe,  
Lúcia Helena Oliveira Nunes,  
Que me ensinou o valor do amor, e  
Pelo carinho, ajuda e conselhos,  
Que sempre serão importantes na minha vida.  
Dedico.

Aos meus irmãos Itana, Iara e Rodolfo,  
Pela compreensão e carinho dedicados,  
Aos meus sobrinhos Eduardo e Ana Júlia,  
Que me ensinam cada dia mais.  
Ofereço.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, primeiramente, que me deu a vida, me iluminou e proporcionou determinação para realização deste trabalho.

À Universidade Gama Filho, pela oportunidade de realização da pós-graduação.

Aos professores do curso de Gestão Ambiental, em especial a Professora M.Sc. Maria do Carmo Zinato, pelas discussões e suporte essenciais ao alcance do objetivo principal do trabalho.

Ao professor Ph.D. Marco Tadeu Grassi, pela orientação durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao grande amigo Athadeu Ferreira da Silva pelo suporte técnico na condução do trabalho.

Aos colegas da CODEVASF, pela colaboração e conselhos importantes à finalização do trabalho.

Aos colegas do curso de Saneamento Ambiental, pelas experiências trocadas diante das dúvidas.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A pressão sobre os recursos hídricos pode ser reduzida com o controle das demandas. O reuso pode ser definido como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não. O presente trabalho servirá para demonstrar o reuso como instrumento de redução do consumo de água (controle de demanda) e recurso hídrico complementar. Grande parte dos esgotos domésticos e efluentes industriais é lançada diretamente nos corpos de água, sem qualquer tipo de tratamento, o que causa poluição ambiental. A poluição dos recursos hídricos, como resultado dos lançamentos de resíduos resultantes dos usos e atividades urbanas, é uma alteração que pode acarretar sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. As leis existentes no Brasil servirão de base para a padronização da prática de reuso no país. Muitos problemas na área de recursos hídricos estão presentes hoje no Brasil, como escassez de água; ocorrência de enchentes periódicas nos grandes centros urbanos; inexistência de práticas efetivas de gestão de usos múltiplos dos recursos hídricos; distribuição injusta dos custos sociais associados ao uso intensivo da água; participação incipiente da sociedade na gestão. A água pode ser reutilizada em jardins, parques, indústrias, irrigação. No Brasil a partir dos anos 90 algumas indústrias já utilizavam boa parte da água reciclada. No momento não se pode estabelecer padrões, o que pode ser feito é um ajuste à realidade nacional através de estudos sobre os riscos associados e os conhecimentos das condições específicas das regiões.

Palavras-chave: reutilização, gestão de água, regulamentação e economia.

**LISTA DE QUADROS**

**QUADRO 1 .....12**  
**QUADRO 2 .....34**

**LISTA DE FIGURAS**

**FIGURA 1 .....11**  
**FIGURA 2 .....22**  
**FIGURA 3 .....33**  
**FIGURA 4 .....37**

**LISTA DE TABELAS**

**TABELA 1 .....38**  
**TABELA 2 .....39**

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. ÁGUA NO PLANETA .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. ÁGUA NO BRASIL .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.1. Marcos Legais .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.2. Gestão dos Recursos Hídricos .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2.1. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.3. ÁGUA, SAÚDE E PROTEÇÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.4. SANEAMENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.5. POLUIÇÃO DAS ÁGUAS .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.6. ECONOMIA DE ÁGUA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.6.1. Aproveitamento da chuva .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.6.2. Reuso de água .....</b>	<b>22</b>
<b>3. REÚSO DE ÁGUA – CONCEITOS E DEFINIÇÕES .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. Quanto ao método .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Quanto ao uso final .....</b>	<b>25</b>
<b>4. PORQUE REUTILIZAR .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1. Estados Unidos .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2. Japão .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3. Tunísia .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4. África do Sul .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5. França .....</b>	<b>30</b>
<b>4.6. Espanha .....</b>	<b>31</b>
<b>4.7. México .....</b>	<b>31</b>
<b>5. COMO PROMOVER O REÚSO .....</b>	<b>35</b>
<b>6. APLICAÇÕES DA ÁGUA RECICLADA .....</b>	<b>36</b>
<b>6.1. Reusos não potáveis .....</b>	<b>36</b>
<b>6.2. Reuso na indústria .....</b>	<b>38</b>
<b>6.3. Reuso na irrigação .....</b>	<b>40</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos tem um grande desafio: equilibrar a necessidade dos usuários e a disponibilidade de água. A pressão sobre os recursos hídricos pode ser reduzida com o controle das demandas.

Segundo Rodrigues (2005) o reuso de água surge atuando em dois aspectos:

- Instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda);
- Água de reuso considerada recurso hídrico complementar.

Em função dessas características, o reuso vem sendo difundido de forma crescente no Brasil, impulsionado pelos reflexos financeiros associados aos instrumentos trazidos pela Lei 9.433 de 1997, que visam a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos: outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (RODRIGUES, 2005).

Algumas consequências da ausência de legislação sobre o assunto podem ocorrer, tais como: altos riscos de contaminação do meio ambiente (caso a água não tenha sido tratada corretamente); práticas inadequadas (carência de informação dos usuários); riscos à saúde pública; dificuldade de autorização dos órgãos ambientais.

A reutilização ou o reuso de água ou o uso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância (www.cetesb.sp.gov.br – 04.02.2010).

O reuso de água deve ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

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 florestais, industriais, urbanos e ambientais.

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 reuso 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 ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br) – 04.02.2010).

Pode-se poupar grandes volumes de água potável através do reuso com a utilização de água de qualidade inferior (geralmente efluentes pós-tratados) para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade.

Os objetivos desta pesquisa são:

- Identificar medidas para redução do consumo de água;
- Caracterizar a importância da reutilização da água;
- Indicar diretrizes para promoção do reuso;
- Relacionar a integração com as políticas de gerenciamento de recursos hídricos e de saneamento ambiental;
- Identificar condições de proteção à saúde e ao meio ambiente.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. ÁGUA NO PLANETA**

A água, durante o ciclo hidrológico (Figura 1), sofre alterações em sua qualidade e quantidade. Isso ocorre nas condições naturais em razão das inter-relações dos componentes do sistema de meio ambiente, quando os recursos hídricos são influenciados devido ao uso para suprimento das demandas dos núcleos urbanos, das indústrias, da agricultura e das alterações do solo. Os recursos hídricos têm capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos, que proporcionam a sua autodepuração, influenciando seu aspecto qualitativo. Entretanto, essa capacidade é limitada em face da quantidade e qualidade de recursos hídricos existentes (CUNHA apud SETTI et al., 2001).



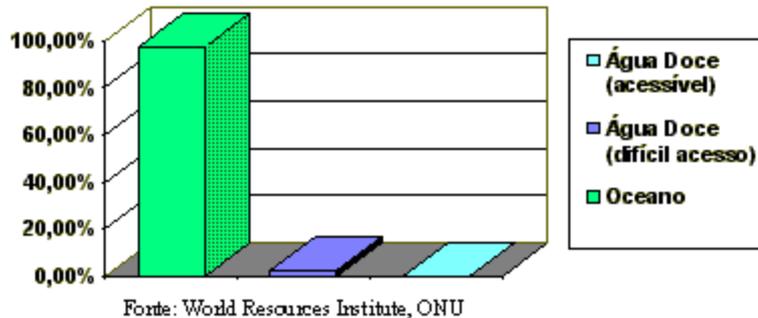
**Figura 1 – ciclo hidrológico**

Segundo a Agenda 21, capítulo 18, os recursos de água doce constituem um componente essencial da hidrosfera da Terra e parte indispensável de todos os ecossistemas terrestres. O meio de água doce caracteriza-se pelo ciclo hidrológico, que inclui enchentes e secas, cujas conseqüências se tornaram mais extremas e dramáticas em algumas regiões. A mudança climática global e a poluição atmosférica também podem ter um impacto sobre os recursos de água doce e sua disponibilidade e, com a elevação do nível do mar, ameaçar áreas costeiras de baixa altitude e ecossistemas de pequenas ilhas. A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Tecnologias inovadoras, inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição.

O Planeta Terra é formado por 70% de água. Dessa parte 97,5% é salgada. Da água doce, 2,49 % estão em lençóis subterrâneos ou congelados nos pólos, apenas 0,007% está nos rios e lagos, disponível para consumo (Quadro 1). Desse

total, 70% vão para agricultura, 22% para indústria e 8% para consumo individual.

### Quadro 1 – disponibilidade de água no Planeta



Com o crescimento populacional, aumentou a necessidade de água para abastecimento, agricultura de maior escala para alimentar a crescente população, criação de mais indústrias que consomem mais água. O mesmo é a força motriz que arrasta consigo todo um leque de usos de água, consultivos ou não, que necessita uma gestão integrada, de forma que haja água de boa qualidade e em quantidade suficiente para todos, e para as futuras gerações.

A escassez generalizada, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da implantação progressiva de atividades incompatíveis, exigem o planejamento e manejo integrados desses recursos. Essa integração deve cobrir todos os tipos de massas inter-relacionadas de água doce, incluindo tanto águas de superfície como subterrâneas, e levar devidamente em consideração os aspectos quantitativos e qualitativos. Deve-se reconhecer os usos múltiplos da água na utilização para o abastecimento de água potável e saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento urbano, geração de energia hidroelétrica, pesqueiros de águas interiores, transporte, recreação, manejo de terras baixas e planícies e outras atividades. Os planos racionais de utilização da água para o desenvolvimento de

fontes de suprimento de água subterrâneas ou de superfície e de outras fontes potenciais têm de contar com o apoio de medidas concomitantes de conservação e minimização do desperdício.

## **2.2. ÁGUA NO BRASIL**

Comparando os recursos hídricos disponíveis com a distribuição geográfica da população brasileira, observa-se a gravidade da situação das regiões nordeste e sudeste. A região nordeste demanda implementação de estratégias de convivência com o semi-árido baseadas em tecnologias poupadoras de água como: coleta, armazenamento (pode ser em tanques de pedra ou cisterna calçadão) e manejo da água da chuva; implantação de barragens subterrâneas e construção de pequenos barramentos (barraginhas).

O aumento da demanda por água, somado ao crescimento das cidades, à impermeabilização dos solos, à degradação da capacidade produtiva dos mananciais, à contaminação das águas e ao desperdício conduzem a um quadro preocupante em relação à sustentabilidade do abastecimento público (SRH/MMA, 2006). A redução da quantidade e a degradação da qualidade da água não afetam a sociedade de forma homogênea, atingem a população residente nas periferias dos grandes centros urbanos e nas comunidades de agricultores de baixa renda.

No Brasil, mais de 90% dos esgotos domésticos e cerca de 70% dos efluentes industriais são lançados diretamente nos corpos de água, sem qualquer tipo de tratamento (SRH/MMA, 2006).

### **2.2.1. Marcos Legais**

O Código das Águas (1934) iniciou a intervenção do governo e aos poucos as empresas foram nacionalizadas e estatizadas, pois até a década de 30 o saneamento era delegado às empresas estrangeiras, assim como uma série de outros serviços públicos.

Um dos principais marcos de que a água deve ser gerenciada é a criação da Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos

Hídricos. Segundo o artigo 1º: 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 e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. No artigo 5º são dispostos os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios; o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde dispõe normas de qualidade da Água para consumo humano. Estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas, a quem cabe o exercício de “controle de qualidade da água” e das autoridades sanitárias das diversas instâncias de governo, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água para consumo humano”. Também ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano.

Algumas definições importantes da Portaria 518/04: água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde; sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão; controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelos responsáveis pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água destinada a verificar se a água fornecida à população é

potável, assegurando a manutenção desta condição.

### **2.2.2. Gestão dos Recursos Hídricos**

A gestão compreende a articulação do conjunto de ações dos diferentes agentes sociais que utilizam estes recursos, objetivando compatibilizar o seu uso, o controle e a proteção desse recurso ambiental visando sempre o desenvolvimento sustentável. O principal desafio da gestão dos recursos hídricos é conservar os recursos hídricos atuais para que no futuro haja água em qualidade e quantidade disponíveis para a população.

A gestão dos recursos hídricos tem se utilizado da implantação de reservatórios como uma importante ferramenta para o atendimento dos usos múltiplos das águas. No entanto, devido ao alto crescimento da demanda de energia elétrica e da água destinada ao abastecimento público, industrial e agrícola, o uso múltiplo das águas provocou o surgimento de conflitos que envolvem aspectos ambientais e operacionais, independentemente da finalidade principal do reservatório (CUNHA apud ANA, 2004).

Segundo Tucci et al. (2001) pela lei vigente, os usos que estão sujeitos a um controle da administração pública são os usos passíveis de outorga: derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo de água para consumo final, insumo de processo produtivo; extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; lançamento em corpo d'água de esgotos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; aproveitamentos dos potenciais hidrelétricos e outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo d'água.

Alguns programas como: geração de energia hidrelétrica, plano nacional de saneamento, programas nacionais de irrigação, programas de transporte hidroviários, etc., foram implantados a partir dos anos 40 com forte participação estatal.

Segundo o artigo 20 da Lei nº 9.433/97, serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga: derivação ou captação de parcela da água; extração de água de aquífero subterrâneo; lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não; aproveitamento dos potenciais

hidrelétricos; outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Segundo Tucci et al. (2001) são vários os problemas na área de recursos hídricos existentes hoje no Brasil: escassez de água; ocorrência de enchentes periódicas nos grandes centros urbanos; inexistência de práticas efetivas de gestão de usos múltiplos e integrados dos recursos hídricos; distribuição injusta dos custos sociais associados ao uso intensivo da água; participação incipiente da sociedade na gestão; prática de tomada de decisões sem recurso sistemático e métodos quantitativos de avaliação.

### **2.2.2.1. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH constitui-se de um conjunto de mecanismos jurídico-administrativos, sejam leis, instituições ou instrumentos de gestão, com a finalidade de colocar em prática a Política Nacional, dando suporte técnico e institucional para o gerenciamento de recursos hídricos no País (SRH/MMA, 2006).

Os comitês de Bacia Hidrográfica são organismos colegiados, consultivos e deliberativos, que constituem a base do SINGREH, e possuem as seguintes atribuições (SRH/MMA, 2006):

- Promover o debate sobre questões relacionadas aos recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- Arbitrar conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- Aprovar Plano de Recursos Hídricos da Bacia e acompanhar sua execução;
- Estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e
- Sugerir valores a serem cobrados, entre outras.

### **2.2.3. ÁGUA, SAÚDE E PROTEÇÃO AMBIENTAL**

A saúde humana está relacionada aos principais fatores de desenvolvimento e de gestão dos recursos hídricos. No âmbito doméstico, seja em áreas urbanas ou rurais, destacam-se especialmente a falta de acesso a quantidades suficientes de água potável e a um esgotamento sanitário adequado, assim como a necessidade

de se fomentar hábitos de higiene.

Em se tratando de disponibilidade de água x abastecimento de água, os seguintes fenômenos devem ser observados: explosão demográfica, inadequação entre repartição espacial da população e suas reservas, urbanização acelerada, degradação da qualidade das águas, desperdício e usos das águas destinadas à outras atividades (em específico a agricultura) que não ao consumo humano.

De um lado, as más condições de saneamento básico de um país têm relação direta com as elevadas taxas de mortalidade infantil. Do outro, a universalização da infra-estrutura urbana, o combate à desnutrição infantil e a ampliação do aleitamento materno são medidas decisivas para que a correlação identificada possa ser alterada. O progresso obtido pelo Brasil foi conseguido com programas de atenção à saúde da criança, em questões como segurança alimentar e nutricional, saneamento básico, vacinação e atenção à saúde da família.

Pelo simples oferecimento de um acesso universal à água potável e práticas adequadas de esgotamento sanitário, higiene e gestão de recursos hídricos seriam possíveis combater muitas das enfermidades relacionadas com a água. O estado da saúde humana está vinculado a uma série de condições relacionadas com a água: potabilidade, saneamento adequado, redução da carga de enfermidades relacionadas com a água e existência de ecossistemas de água doce saudáveis.

Segundo a Agenda 21, capítulo 18 item 18.12 Todos os Estados, segundo sua capacidade e disponibilidade de recursos, e por meio de cooperação bilateral ou multilateral, inclusive das Nações Unidas e outras organizações pertinentes, quando apropriado, podem programar as seguintes atividades para melhorar o manejo integrado dos recursos hídricos: (b) Integrar medidas de proteção e conservação de fontes potenciais de abastecimento de água doce, entre elas o inventário dos recursos hídricos, com planejamento do uso da terra, utilização de recursos florestais, proteção das encostas de montanhas e margens de rios e outras atividades pertinentes de desenvolvimento e conservação; (c) Desenvolver bancos de dados interativos, modelos de previsão, modelos de planejamento e métodos de manejo e planejamento hídrico, incluindo métodos de avaliação do impacto ambiental.

O mesmo plano de ação descreve no princípio Poluidor-Pagador que o mesmo deve promover a internalização dos custos de proteção do meio ambiente e

o uso de instrumentos econômicos, levando em conta que o poluidor deve, em princípio, assumir o custo da poluição. O desenvolvimento e a proteção do meio ambiente são interdependentes e indissociáveis, devido a isso a importância dos estudos de impacto ambientais.

Os padrões de qualidade ambiental possuem o seguinte objetivo: prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos da poluição e da contaminação do meio ambiente, para conciliar desenvolvimento no sentido econômico com gestão ecológica dos recursos ambientais e romper com referenciais que atendam apenas a lógica produtiva. Deve-se contrapor a qualidade ambiental aos critérios de produtividade.

Segundo a legislação, considera-se como manancial todo o corpo de água interior subterrânea, superficial, fluente, emergente ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizável para o abastecimento público. A Constituição Federal brasileira, promulgada em 1988, apresenta três artigos que se refere à proteção de áreas de mananciais: art. 170, art. 186 e art. 225. A Constituição representou significativo avanço para área ambiental ao dedicar, de forma inédita, um capítulo especial para o meio ambiente e ao incluir a defesa desse entre os princípios da ordem econômica. O meio ambiente está caracterizado como direito inerente de cada indivíduo e de toda a sociedade, cabendo ao Poder Público, o dever de preservar e garantir o equilíbrio ambiental.

É muito importante que a população esteja consciente de que é preciso disciplinar todo tipo de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas, principalmente das bacias cujos cursos d'água formam os mananciais que abastecem a população.

O padrão de qualidade do corpo receptor possui níveis máximos para os parâmetros indicadores da qualidade das coleções de água. O padrão para lançamento de efluentes possui níveis máximos para parâmetros indicadores da qualidade de efluentes, para que eles possam ser lançados nas coleções de água (os padrões de lançamento e de qualidade deverão ser obedecidos para obtenção do licenciado).

A Resolução N° 357 de 17 de março de 2005, do Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o melhor enquadramento, bem

como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Principais impactos ambientais: despejos de efluentes domésticos e industriais nos rios; contaminação difusa pelo uso de fertilizantes e pesticidas de áreas agrícolas; degradação do solo rural pelo desmatamento e práticas agrícolas inadequadas; construção de obras hidráulicas; operação de aterros sanitários; contaminação de aquíferos; mineração.

A Resolução normativa CONAMA 001 de 21 de janeiro de 1986, considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

#### **2.2.4. SANEAMENTO AMBIENTAL**

O setor de saneamento figura como um dos setores usuários. Para tanto existe a necessidade de se diferenciar saneamento básico (serviços de água e esgoto), saneamento (água, esgoto, lixo e drenagem urbanos) e saneamento ambiental, que vai além dos tipos anteriores, pelos campos das novas tecnologias que reduzem ou evitam impactos ambientais, tais como reuso, reciclagem, uso racional e outros novos paradigmas da sociedade moderna, base de tantos trabalhos de educação ambiental nos dias de hoje.

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. De acordo com o artigo 2º, os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais: universalização do acesso; integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados; abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente; disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo

das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado; adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais; articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante; eficiência e sustentabilidade econômica; utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas; transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados; controle social; segurança, qualidade e regularidade; integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Os recursos hídricos são precedentes do saneamento básico, tanto do ponto de vista técnico quanto regulatório. A extração de água e a disposição final dos esgotos se dão por meio de outorga pela autoridade gestora (volumes captados e vazões de lançamento nos cursos d'água), de acordo com padrões definidos (ZINATO & OLIVEIRA, 2008).

### **2.2.5. POLUIÇÃO DAS ÁGUAS**

As ações do homem que mais podem influenciar a qualidade de água são: lançamento de cargas nos sistemas hídricos; alteração do uso do solo rural e urbano; modificações no sistema fluvial (TUCCI et al., 2001).

O maior problema ambiental brasileiro é que a maioria dos rios que atravessam as cidades brasileiras estão deteriorados, boa parte sem vida. Essa poluição é causada pelo despejo dos efluentes dos esgotos *in natura*, sem tratamento nos rios. Mesmo existindo a rede de coleta, esta não suporta a quantidade de volume devido às ligações clandestinas de esgoto no sistema pluvial. A coleta que deveria ser separada – esgoto e água pluvial – passa a ser misto.

A depuração dos esgotos industriais tem-se processado, entretanto de forma mais sistemática no País, já que os programas de controle de efluentes industriais nas entidades de controle ambiental dispõem de instrumentos para pressionarem as empresas no sentido de adotarem sistemas de tratamento de seus efluentes (TUCCI

et al., 2001).

A contaminação dos aquíferos é um problema que ainda não é bem avaliado no País, mas com o reuso generalizado de fossas e com a implantação de aterros sanitários e de pólos industriais petroquímicos, os aquíferos tenderão a se deteriorar ainda mais (TUCCI et al., 2001).

## **2.2.6. ECONOMIA DE ÁGUA**

Com a diminuição da água disponível, nos próximos anos, vai exigir que os condomínios, shopping centers e outros estabelecimentos adotem novos sistemas para aperfeiçoar o uso. Os dois sistemas que possivelmente serão os mais utilizados serão: aproveitamento de chuvas e reuso de água.

### **2.2.6.1. Aproveitamento da chuva**

A água pode ser coletada pelas calhas no telhado do prédio ou da casa e armazenada em uma cisterna no térreo ou subsolo. Instala-se: um equipamento para filtrar a água (se for necessário) e um sistema de recalque (bomba d'água + encanamento), para enviar a água para torneiras do térreo e subsolo. Um modelo mais simples para casas populares pode suprir quase 100% da água de um lar (vide Figura 2).

Deve-se adotar uma manutenção periódica de limpeza e conservação para o reservatório evitando riscos à saúde dos moradores e funcionários. Um projeto de engenharia deve ser feito para a construção do reservatório, não despertando assim, riscos de saúde e acidentes.

Os benefícios são: economia de água e diminuição das enchentes. Na Europa o sistema já é bastante usado em construções novas.



fonte: [www.portalsaofrancisco.com.br](http://www.portalsaofrancisco.com.br)

**Figura 2** – captação da água da chuva

No Brasil, um caso de destaque é o do shopping Aricanduva em São Paulo (SP). A construção tem 62 mil m<sup>2</sup> de telhado, e em uma chuva forte chega a captar 7 mil m<sup>3</sup> de água. Também já existem postos de gasolina e escolas adotando o aproveitamento da água das chuvas, para lavagem de carros e para descarga nos banheiros ([www.sindiconet.com.br](http://www.sindiconet.com.br) – 14.02.2010).

Segundo May (2004) a viabilidade do sistema de aproveitamento de água da chuva depende basicamente de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. O reservatório deve ser projetado de acordo com as necessidades do usuário e com a disponibilidade pluviométrica local para dimensioná-lo corretamente.

### 2.2.6.2. Reuso de água

Trata-se da implementação de uma pequena estação de tratamento de água de uso 'nobre' (banho e pias) para reutilização em fins 'menos nobres', como descargas, lavagens de piso e outros.

No Brasil, o sistema está sendo bastante utilizado por indústrias, e começa a

ser utilizado em novos condomínios. Em São Paulo (SP), está sendo implementado no Aeroporto de Cumbica um sistema para tratar água usada na lavagem de aviões e hangares, e reutilizá-la nos banheiros ([www.sindiconet.com.br](http://www.sindiconet.com.br) – 14.02.2010).

Segundo a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, o reuso de água constitui-se em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos na Agenda 21. Tal prática reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade; reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

### **3. REÚSO DE ÁGUA – CONCEITOS E DEFINIÇÕES**

O reuso pode ser definido como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não.

O artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH possui as seguintes definições:

- I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;
- II - reuso de água: utilização de água residuária;
- III - água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- IV - reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- V - produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;
- VI - distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso; e
- VII - usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso.

Segundo Rodrigues (2005) o reuso pode ser classificado:

- Quanto ao método conforme é realizado;
- Quanto ao uso final.

### 3.1. Quanto ao método

O método pode ser considerado se há ou não descarte das águas nos corpos hídricos, antes do próximo uso.

Reuso indireto: quando a água utilizada é descartada nos corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, diluída e depois captada para novo uso.

Reuso direto: segundo a Resolução nº 54/05 do CNRH, uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.

O reuso pode ser diferenciado de acordo com a intenção em realizá-lo:

- Reuso indireto planejado: ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico.
- Reuso indireto não planejado: ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Caminhando até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração).

O reuso indireto planejado da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam ao requisito de qualidade do reuso objetivado.

Como descrito na Resolução supracitada, deve-se contemplar apenas o reuso direto, aquele que é realizado sem que os efluentes tratados sejam lançados em qualquer corpo hídrico.

A reciclagem de águas pode ser entendida como reuso interno da água antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição para suplementar o abastecimento do uso original. É um caso de reuso direto (RODRIGUES, 2005).

### 3.2. Quanto ao uso final

Um fator importante para o desenvolvimento de qualquer atividade humana é a disponibilidade de água (quantidade e qualidade). Em situações de escassez, surge a necessidade e a possibilidade de substituição das fontes para abastecimento, utilizando água residuária (qualidade inferior, mas disponibilidade garantida).

Para efeito de organização, abaixo segue apenas o conceito dos usos. No capítulo 5 os mesmos serão descritos detalhadamente.

Rodrigues apud Hespanhol (1999) apresenta os seguintes usos:

1- Usos urbanos: os esgotos tratados podem ser utilizados para fins potáveis e não potáveis. São inúmeras possibilidades e cada atividade exige um padrão diferenciado de qualidade.

2 – Usos urbanos para fins potáveis: os riscos associados ao uso potável em função da presença de organismos patogênicos e de compostos orgânicos sintéticos, provenientes de estações de tratamento de esgoto e de pólos industriais são bastante elevados, tornando os usos para fins potáveis, por vezes, inviáveis, em função do alto custo dos tratamentos avançados exigidos para garantia da proteção adequada à saúde.

Para as regiões que sofrem com a escassez de água potável, o reuso surge como alternativa para seu abastecimento. Deve ser observada a importância dos sistemas adequados de tratamento, utilizando unidades suplementares além daquelas necessárias apenas para o tratamento de efluentes que são lançados nos corpos hídricos.

3 – Usos urbanos para fins não potáveis: envolvem riscos bem menores e devem ser a primeira opção para o reuso em áreas urbanas. Mesmo sendo mais seguros, uma série de cuidados são necessários quando do uso, decorrer contato direto com a população (RODRIGUES apud HESPANHOL, 1999).

4 – Usos industriais: o reuso industrial pode ser realizado através do aproveitamento dos efluentes produzidos na própria indústria, com ou sem tratamento prévio, ou pela utilização dos esgotos tratados provenientes das estações de tratamento das companhias de saneamento (RODRIGUES apud FIESP/CIESP, 2004).

5 – Usos agrícolas: o maior consumo de água doce está relacionado às práticas

agrícolas. A busca de fontes alternativas de água para a situação de escassez e o uso de esgotos tratados para irrigação de culturas são formas de reuso na agricultura.

6 – Uso para aquicultura: esgotos tratados podem abastecer reservatórios destinados à produção de peixes e plantas aquáticas.

7 – Uso para recarga de aquífero: de maneira inadequada é realizada a retirada das águas dos lençóis subterrâneos para consumo, comprometendo a disponibilidade hídrica. A utilização de esgotos tratados para evitar ou amenizar tais efeitos é uma possibilidade.

#### **4. PORQUE REUTILIZAR**

O reuso relaciona-se com a proteção à saúde pública e meio ambiente, saneamento ambiental e gerenciamento de recursos hídricos. Para a prática do reuso é necessário conhecer as bases legais e assim definir a forma correta do mesmo. Sendo assim, o reuso pode ser um instrumento para liberação dos recursos hídricos de melhor qualidade para fins mais nobres, utilizando-se efluentes e protegendo a saúde pública e o meio ambiente.

A proteção à saúde pública e ao meio ambiente são a base dos critérios estabelecidos para a prática do reuso. Normalmente apresentam os tratamentos mínimos necessários, os padrões de qualidade exigidos para determinados usos, a eficiência exigida para o tratamento, a concepção dos sistemas de distribuição e o controle de uso das áreas (RODRIGUES apud CROOK, 1998).

A Constituição de 1988 aborda, no artigo 23, que é competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das formas (inciso VI), além de legislar concorrentemente sobre conservação da natureza, defesa do solo e recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição (artigo 24 inciso VI).

Para fins de definições, a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, apresenta (artigo 2º):

- Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 %;
- Carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por

tempo;

- Cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;
- Classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- Classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- Coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima L-galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44°-45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;
- Condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;
- Controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;
- Corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;
- Desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;
- Ensaio toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;
- *Escherichia coli* (*E.Coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima L-glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes

termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

- Monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;
- Padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;
- Tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;
- Tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH.

O Índice de Qualidade das Águas é composto por nove parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>), coliformes fecais, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais, pH e turbidez ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br) – 14.10.2009). É sabido que a água possui capacidade de autodepuração, ou seja, de se auto purificar, auto renovar, pela ação da própria natureza. Os fatores de autodepuração são a diluição, a reaeração, a sedimentação e a luz solar. O efluente geralmente pode ser lançado sem tratamento em um curso d'água, desde que a descarga poluidora não ultrapasse cerca de quarenta avos da vazão: um rio com 120L/s de vazão pode receber, grosso modo, a descarga de 3L/s de esgoto bruto, sem maiores consequências (ZINATO & OLIVEIRA apud Informe Infra-estrutura, 1997).

Frequentemente, os mananciais recebem cargas de efluentes muito elevadas para sua vazão e não conseguem se recuperar pela autodepuração, havendo a necessidade da depuração artificial ou tratamento do esgoto. O tratamento do efluente pode transformá-lo em água para diversos usos (reutilização da água) como irrigação (ZINATO & OLIVEIRA, 2008). O objetivo de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) é a remoção dos poluentes presentes nas águas residuárias, sem alteração de sua qualidade.

O tratamento do esgoto doméstico tem como objetivo, principalmente: remover o material sólido; reduzir a Demanda Bioquímica de Oxigênio; exterminar

microorganismos patogênicos; reduzir as substâncias químicas indesejáveis (MOTA, 1995).

A seguir serão citados alguns países que fazem a reutilização da água em diversos setores.

#### **4.1. Estados Unidos**

Não há regulamentação federal sobre reuso, nos Estados Unidos, que passa a ser responsabilidade dos Estados. Os primeiros padrões para reuso foram adotados no Estado da Califórnia em 1918 para uso em irrigação agrícola. Desde então, este vem revendo seus padrões, acrescentando outros tipos de reuso possíveis e os tratamentos necessários. Em função da experiência adquirida e das pesquisas realizadas, são agregados os conhecimentos das questões relativas às tecnologias de tratamento e de proteção à saúde pública (RODRIGUES apud CROOK, 1998).

À medida que a água de reuso passou a ser reconhecida como parte integrante dos recursos hídricos, outros Estados, seguindo o exemplo da Califórnia, criaram suas próprias regulamentações (RODRIGUES, 2005).

#### **4.2. Japão**

Leite (2003) relata o reuso em Tóquio, no Japão, a partir de 1951, quando uma fábrica de papel utilizou o efluente secundário de uma estação de tratamento de águas residuárias e passou a comercializar a mesma para outras indústrias da região. No final da década de 60, o Japão já possuía vários projetos urbanos de reuso e recuperação de águas residuárias.

Diversas cidades entre as quais Ooita, Aomori e Tóquio fazem uso de esgotos tratados ou de outras águas de baixa qualidade para fins urbanos não potáveis, economizando os escassos recursos hídricos localmente disponíveis. Como citado na cidade japonesa de Fukuoka, diversos setores operam com rede dual de sistema de água, uma das quais com esgotos domésticos tratados em nível terciário (lodos ativados, desinfecção com cloro em primeiro estágio, filtração, ozonização, desinfecção com cloro em segundo estágio) para uso em descargas de toaletes de edifícios residenciais. O efluente tratado também é utilizado para outros fins, incluindo irrigação de árvores urbanas, lavagem de gases e usos industriais

(resfriamento e desodorização).

### **4.3. Tunísia**

O reuso na Tunísia passou a ser necessário, além de prioritário na estratégia nacional para a gestão dos recursos hídricos, em função do crescimento da escassez e do aumento da poluição das águas (BAHRI, 1998).

Conforme Bahri (1998), o Ministério da Saúde Pública é responsável pela regulamentação da qualidade das águas para irrigação, assim como monitoramento e controle da poluição das águas. A água de reuso é principalmente utilizada para irrigação restrita. Os efluentes com tratamento secundário são aplicados em uma série de culturas, exceto em vegetais que são consumidos crus ou cozidos.

### **4.4. África do Sul**

A África do Sul, assim como outros países que praticam o reuso, passou a considerar as águas provenientes desta prática como recurso adicional para suprir a necessidade de sua população. O princípio poluidor-pagador vêm sendo mais bem aplicado, o que poderá impulsionar a implementação do reuso (RODRIGUES apud ODENDAAL, et. al. 1998).

Considerando as condições geográficas, onde as maiores cidades estão localizadas longe do mar, a legislação de reuso de água prevê o reuso indireto de efluentes que devem retornar ao curso d'água de origem. O controle deve ser exercido no tratamento e na descarga dos efluentes. Significa que deve haver uma grande integração entre os aspectos de tratamento de efluentes e as políticas de proteção da qualidade das águas (RODRIGUES, 2005).

### **4.5. França**

A França possui uma localização privilegiada em relação aos recursos hídricos, visto que não possui terras áridas. Diante desse fato, as indústrias, forçadas principalmente pelos aumentos dos custos decorrentes de sua poluição, têm feito grandes esforços na direção de reduzir os seus consumos, promovendo a reciclagem da água por elas utilizada.

Em contraste, não há qualquer incentivo ao reuso agrícola, que apesar de já ter sido empregado no país, perdeu espaço para as preocupações com preservação de ambientes sensíveis à poluição. O reuso doméstico também não é considerado

na França, em função de seus custos, e do risco de conexões cruzadas (RODRIGUES, 2005).

#### **4.6. Espanha**

A Espanha é formada por uma série de regiões autônomas, e além da legislação nacional possui vários regulamentos regionais nas Províncias Autônomas. Há uma discussão no país sobre a legalidade do país legislar sobre este assunto em função da existência desta competência nas regiões autônomas.

Segundo Rodrigues (2005), um decreto expandindo a lei existente foi esboçado em 1996, mas não foi aprovado, em função de mudanças de governo. Este esboço permitia que as agências de água fixassem os padrões e requeria que quem planejasse fazer reuso teria que pedir permissão às mesmas.

#### **4.7. México**

As águas provenientes da Cidade do México são utilizadas sem tratamento, com um tratamento parcial, ou ainda misturadas com a água de chuva e são extremamente valorizadas pelos agricultores, visto que proporcionam a melhoria da qualidade do solo, e os nutrientes que carregam, permite maior produtividade agrícola (RODRIGUES, 2005).

A administração local analisa as propostas dos agricultores que se baseiam em suas demandas de águas e especificidades do local onde será empregada. As mesmas são analisadas juntamente com outros fatores relacionados como quantidade de água disponível, cronograma de demanda de água, cultivos prioritários, as políticas agrícolas e as restrições de cultivos.

Segundo Hespanhol (1999), o planejamento, a implantação e a operação corretos de reuso trazem uma série de melhorias:

- Minimização da descarga de esgoto nos corpos hídricos;
- Preservação dos recursos subterrâneos;
- Preservação do solo, com acúmulo de húmus e aumento da resistência à erosão;
- Aumento da produção de alimentos (irrigação agrícola), elevando os níveis de saúde, qualidade de vida e de condições sociais.

Segundo Bernardi (2003), a reutilização de águas residuárias, de uma

maneira geral, e das domésticas, de forma particular, promove as seguintes vantagens:

- Propicia o uso sustentável dos recursos hídricos;
- Minimiza a poluição hídrica nos mananciais;
- Estimula o uso racional de águas de boa qualidade;
- Permite evitar a tendência de erosão do solo e controlar processos de desertificação, por meio da irrigação e fertilização de cinturões verdes;
- Possibilita a economia de dispêndios com fertilizantes e matéria orgânica;
- Provoca aumento da produtividade agrícola;
- Gera aumento da produção de alimentos; e
- Permite maximizar a infra-estrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida.

Dentre os benefícios ambientais podemos citar:

- Redução do lançamento de efluentes industriais em cursos d'água, possibilitando melhorar a qualidade das águas interiores das regiões mais industrializadas das grandes cidades;
- Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada;
- Aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público, hospitalar, etc.

Os benefícios econômicos:

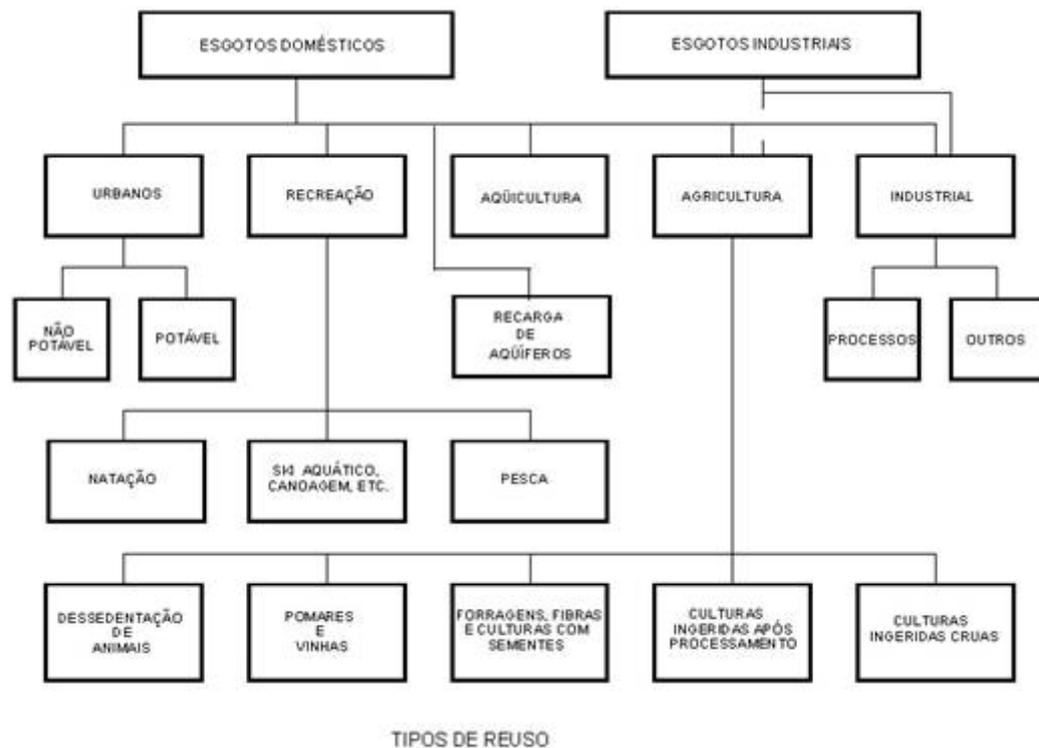
- Conformidade ambiental em relação a padrões e normas ambientais estabelecidos, possibilitando melhor inserção dos produtos brasileiros nos mercados internacionais;
- Mudanças nos padrões de produção e consumo;
- Redução dos custos de produção;
- Aumento da competitividade do setor;
- Habilitação para receber incentivos e coeficientes redutores dos fatores da cobrança pelo uso da água.

E por último os benefícios sociais:

- Ampliação da oportunidade de negócios para as empresas fornecedoras de serviços e equipamentos, e em toda a cadeia produtiva;
- Ampliação na geração de empregos diretos e indiretos;
- Melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade, com reconhecimento de

empresas socialmente responsáveis.

A qualidade da água utilizada e o objeto específico do reuso, estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, operação e manutenção associados. As possibilidades e formas potenciais de reuso dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais. A Figura 3 apresenta, esquematicamente, os tipos básicos de usos potenciais de esgotos tratados, que podem ser implementados, tanto em áreas urbanas como em áreas rurais (HESPANHOL, 1997).



fonte: Hespanhol, 1997.

**Figura 3** – Formas potenciais de reuso de água

A presença de substâncias químicas e orgânicas e inorgânicas potencialmente tóxicas e de microorganismos patogênicos na água recuperada pode apresentar riscos à saúde pública, através da exposição do homem aos

contaminantes presentes na mesma. Dependendo da concentração dessas substâncias, elas se tornam prejudiciais ao homem.

O quadro 2 demonstra os riscos à saúde relacionado com os tipos de reuso.

**Quadro 2 – Relação entre tipo de reuso e os riscos a saúde associados**

<b>Forma de Reuso</b>	<b>Risco à Saúde</b>
Agrícola	Contaminação de alimentos (substâncias químicas tóxicas); Contaminação direta de trabalhadores; Contaminação do público por aerossóis; Contaminação de consumidores de animais que se alimentam das pastagens irrigadas ou criados em lagoas contaminadas.
Industrial	Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reuso; Se utilizada como água de processo pode haver contaminação de produtos comestíveis; Contaminação direta de trabalhadores.
Recreacional	Doenças da veiculação hídrica, infecção nos olhos, ouvidos e nariz; Contaminação direta de trabalhadores.
Recarga de aquíferos	Contaminação de aquíferos utilizados como fonte de água potável; Contaminação direta de trabalhadores.
Reuso urbano não potável	Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reuso; Contato com a água recuperada utilizada para irrigação de parques e jardins ou lavagem de ruas; Contaminação direta de trabalhadores.
Reuso potável	Ingestão de contaminantes biológicos e químicos; Contaminação direta de trabalhadores.

Adaptado de LAVRADOR, 1987.

A poluição dos recursos hídricos, como resultado dos lançamentos de resíduos resultantes dos usos e atividades urbanas, é uma alteração que pode acarretar sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. Os usos e atividades rurais podem provocar, também, alterações no ambiente natural, com reflexos sobre os recursos hídricos, além da poluição resultante do uso de pesticidas e fertilizantes (MOTA, 1995).

## 5. COMO PROMOVER O REÚSO

Diante dos exemplos descritos acima, não há um modelo a ser seguido em qualquer lugar do mundo. As experiências internacionais são semelhantes em alguns aspectos, mas distintos em outros, tanto em relação às questões institucionais quanto legais.

As especificidades locais é que devem reger a implementação do reuso, e de que forma este deve estar inserido naquela realidade. Deve ser respeitada a condição em que o País está estruturado em relação à gestão administrativa e de recursos hídricos, à proteção à saúde e ao meio ambiente, e se apoiar nas instituições já instauradas, levando-se em conta a hierarquia e a distribuição de competências previamente existentes.

Os padrões para cada tipo de reuso e as diretrizes para a implementação do mesmo são questões a serem consideradas em relação à regulamentação do reuso.

No Brasil, ao contrário de outros países, a experiência do reuso é bastante recente. No momento não se pode estabelecer padrões, o que pode ser feito é um ajuste à realidade nacional através de estudos sobre os riscos associados e os conhecimentos das condições específicas das regiões. A partir desse pressuposto, uma forma estruturada para se realizar o reuso pode ser estabelecida.

Para se estabelecer os padrões deve-se conhecer: os riscos associados às práticas; o tratamento dos efluentes (eficiência e segurança); a disponibilidade e característica dos efluentes; valores culturais; condições econômicas e tecnológicas. Deve-se ter experiência na promoção do reuso que servirá de base para estudos epidemiológicos.

No artigo 2º da Lei nº 9.433/97 são dispostos os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Já no artigo 3º, constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos: a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e

qualidade; a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País; a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

De acordo com a Constituição Federal de 1998, compete à União (artigo 21): instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso (inciso XIX); instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano inclusive saneamento básico (inciso XX). Compete ao Estado (artigo 200 inciso IV) participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico. Compete ao Município (artigo 30 inciso V) organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

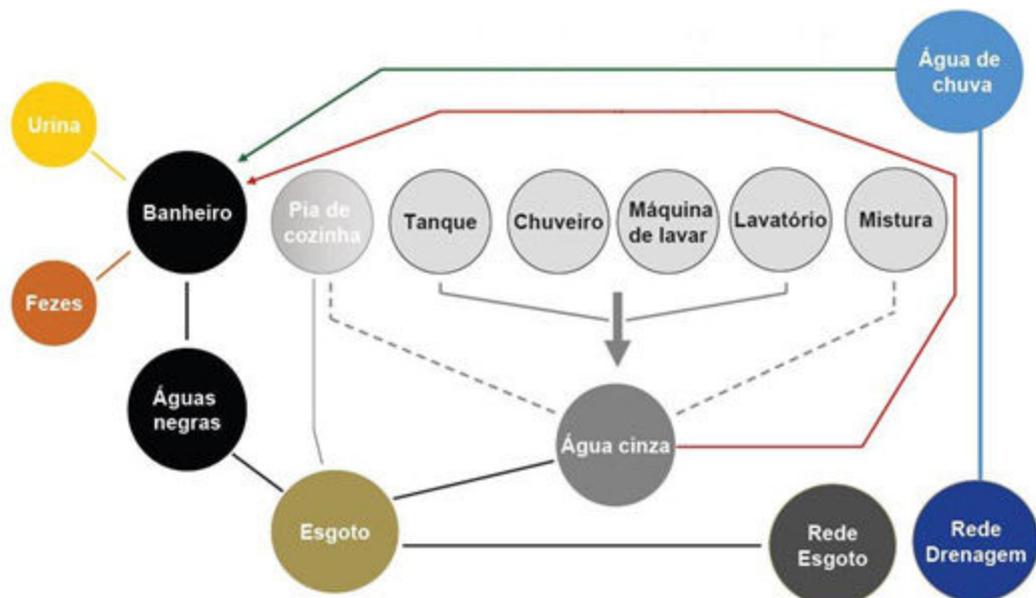
## **6. APLICAÇÕES DA ÁGUA RECICLADA**

### **6.1. Reusos não potáveis**

Segundo Leite apud Filho (2002), a estação experimental Jesus Netto, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp, ocupa uma área de 12.300 m<sup>2</sup> às margens do rio Tamanduateí, baixo Ipiranga, no Município de São Paulo. Inaugurada em 1934 como estação experimental, trata 60L/s de esgotos sanitários por meio de dois sistemas de tratamento que operam em paralelo um por lodos ativados e outro por reator anaeróbico de fluxo ascendente (RAFA), seguido de filtro biológico. Tratando-se de uma estação experimental e de um verdadeiro centro de treinamento, a estação possui também, em escala reduzida, os processos de lagoa facultativa, adensador, digestor, tanque de acúmulo de lodo, queimadores de gás, leito de secagem, filtro de prensa e um laboratório de esgoto para controle dos parâmetros de tratamento. O reuso de água na Estação de Tratamento de Água (ETE) Jesus Netto foi a primeira iniciativa da Sabesp nesse campo desenvolvida além da escala piloto, com aplicação em escala real e compromisso de continuidade formalizado com clientes externos.

Existe um projeto de reuso de água concebido para implantação, em 1999, de um parque temático, localizado próximo a São Paulo. O empreendimento localiza-se junto a um córrego classificado como de classe 2, o qual pode servir como manancial para abastecimento público após tratamento convencional (LEITE, 2003).

A possibilidade de reuso se dá através do tratamento da água cinza, derivada do tanque, chuveiro, máquina de lavar e lavatório (Figura 4). Em residências o consumo de água é mais ou menos proporcional a nível mundial e a maior parte passível de tratamento in loco e reaproveitável. Independente da região e classe social envolvida o volume de água tratável para reuso se situa entre 70 e 90 do total (Tabela 1). Abaixo segue um exemplo de como são geradas as águas para reutilização.



Fonte: [www.naturaltec.com.br](http://www.naturaltec.com.br)

**Figura 4** – etapas de geração de água para reuso

**Tabela 1 – Consumo de água em diferentes países**

<b>Consumo de Água (%)</b>	<b>Casas Populares Brasil</b>	<b>Prédio Brasil</b>	<b>Dinamarca</b>	<b>Austrália</b>
Chuveiro	55	28	20	
Bacia Sanitária	5	29	20	32
Torneiras	26			
Máquina Lavar Roupa			10	
Lavatório		6		5
Pia de Cozinha		17	5	7
Tanque		6		
Máquina de Lavar Louça		5	20	
Máquina Lavar Roupa	11	9	15	23
Lavagem de Carro			10	
Chuveiro/Banheira				33
Outros	3			
Possibilidade de Reuso (%)	92	71	70	68

Fonte: [www.naturaltec.com.br](http://www.naturaltec.com.br)

## 6.2. Reuso na indústria

No Brasil, o uso de águas residuárias iniciou-se nos engenhos de cana-de-açúcar, com a utilização do efluente originário das destilarias de álcool para irrigar as plantações de cana. Em 1993, a preocupação de algumas indústrias com a escassez de água fez com que quatro fábricas do Pólo Industrial de Cubatão, no Estado de São Paulo, iniciassem um programa de reuso de água para refrigeração de seus processos de fabricação. Na mesma época a fábrica General Motors, instalada em São Caetano/SP, tratava e reciclava 100% da água que utilizava (LEITE, 2003).

O uso eficiente da água, abrangendo a componente de reuso, conduz ao alcance de outros objetivos intangíveis, tais como, a melhoria da imagem da indústria através da otimização dos recursos com a redução dos impactos ambientais negativos contribuindo, assim, para a sustentabilidade de uma atividade (LOBO, 2004).

A implantação de um sistema de reuso deve contemplar diversas etapas a fim

de que haja reciprocidade entre os benefícios ambientais e econômicos, como mostra a tabela 2. Desta forma, o controle ambiental na indústria poderá deixar de representar um custo pesado para transformar-se numa aplicação lucrativa de recursos.

**Tabela 2** - Etapas do projeto de reuso de água na indústria

<b>ETAPAS DE UM PROJETO DE REUSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA</b>
1. Definição dos principais usos de água na planta industrial e requisitos de qualidade.
2. Otimização das instalações existentes e a racionalização do uso de água.
3. Balanço de massa com a caracterização de todos os pontos de geração de efluentes de cada unidade do processo industrial.
4. Caracterização dos efluentes e avaliação da confiabilidade da estação de tratamento de efluentes.
5. Avaliação dos locais potenciais para reuso, ensaios de tratabilidade e legislação vigente.
6. Tratamentos adicionais necessários e estudo de modificações na ETE.
7. Análise da viabilidade técnica e econômica das rotas tecnológicas para reutilização e reciclagem de efluentes.

Fonte: LOBO, 2004.

As formas potenciais de reuso de água na indústria são (MANCUSO et al., 2003):

- Torres de resfriamento, as indústrias desenvolvem junto com o seu processo uma grande quantidade de calor residual, que deve ser removido ou reduzido. Em função disto possuem um sistema de refrigeração, que geralmente utiliza a água como meio refrigerante, que absorve este calor residual do processo para depois cedê-lo a outro meio;
- Lavagem de peças e equipamentos;
- Irrigação de áreas verdes;
- Lavagem de pisos e veículos;
- Processo industrial, principalmente nas indústrias de papel, têxtil, plásticos, curtume, construção civil e petroquímica;
- Lavagem de gases da chaminé;
- Uso sanitário;

- Proteção contra incêndios.

### **6.3. Reuso na irrigação**

O reuso de água para irrigação surge como alternativa para aumentar a oferta de água, garantindo economia do recurso e racionalização do uso desse bem. Diversos países já utilizam essa tecnologia e possuem regulamentação específica na temática. Porém o Brasil ainda está em fase embrionária na efetivação e regulamentação da técnica, com grande potencial de crescimento (BERNARDI, 2003).

Segundo Bernardi apud Guidolin (2000), é imprescindível destacar o conteúdo dos elementos minerais presentes em efluentes urbanos brutos, destacando a presença de macronutrientes, como N, P e K, bem como de micronutrientes, como As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn, alguns deles necessários ao desenvolvimento vegetal e outros até fitotóxicos. No que se refere aos patógenos, vetores de doenças ao ser humano, é preciso destacar que o solo atua como redutor do período de sobrevivência dos mesmos.

Efluentes adequadamente tratados podem ser utilizados para aplicação em:

- Culturas de alimentos não processados comercialmente: irrigação superficial de qualquer cultura alimentícia, incluindo aquelas consumidas cruas;
- Culturas de alimentos processados comercialmente: irrigação superficial de pomares e vinhas;
- Culturas não alimentícias: irrigação de pastos, forragens, fibras e grãos.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir do crescimento populacional houve um aumento na necessidade de água para abastecimento, agricultura de maior escala para alimentar a crescente população, criação de mais indústrias que consomem mais água.

Com o aumento do suprimento de água aumentou também a poluição no meio ambiente, seguido de escassez de água e a necessidade de se reutilizar a água. Através do tratamento dos efluentes pode-se fazer reuso da água residuária.

Algumas observações devem ser feitas ao se utilizarem essa água. Algumas doenças veiculadas pela água podem contaminar usuários das águas residuárias. Em se tratando de legislação em relação ao reuso mais estudos devem ser feitos para se determinar padrões de qualidade e usos corretos.

O planejamento, a implantação e a operação corretos de reuso trazem uma série de melhorias, como diminuição da poluição ao meio ambiente e outros benefícios dispostos no estudo em questão.

A legislação deve se basear em questões éticas, sociais, econômicas e ambientais. A mesma deve abranger a realidade brasileira em relação à gestão dos recursos hídricos, os usos múltiplos da água, a prioridade dos usos da água, qual água pode ser reutilizada. Depois de toda uma análise de benefícios e prejuízos as diretrizes para o reuso devem ser estabelecidas.

A partir desse pressuposto, uma forma estruturada para se realizar o reuso pode ser estabelecida. No momento não se pode estabelecer padrões, o que pode ser feito é um ajuste à realidade nacional através de estudos sobre os riscos associados e os conhecimentos das condições específicas das regiões.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21. *Capítulo 18*. Disponível em <http://www.ecolnews.com.br/agenda21/index.htm>. Acesso em 24/10/2009.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. *Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013)*. Síntese do Resumo Executivo do PBHSF com Apreciação das Deliberações do CBHSF Brasília – Distrito Federal, 2004. 150p.

BAHRI, Akissa. *Water reclamation and reuse criteria*. In: ASANO, Takashi. *Water quality management library – Volume 10/Wastewater reclamation and reuse*. Pennsylvania, USA: Technomic Publication, 1998.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União*, Brasília – DF, janeiro de 1997.

\_\_\_\_\_. Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357, de 17 de março de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília – DF, março de 2005.

\_\_\_\_\_. Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005 - Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília – DF, março de 2006.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos/Ministério do Meio Ambiente – *Água: Manual de Uso*. Brasília – DF, 2006.

BERNARDI, Cristina Costa. *Reúso de água para irrigação*, 2003. Monografia (Pós graduação), Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, Fundação Getúlio Vargas, Brasília-DF.

CETESB. *Índice de Qualidade das Águas*. SP. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice\\_jap\\_iqa.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_jap_iqa.asp)  
Acesso em: 14/10/2009.

\_\_\_\_\_. *Reúso da água*. São Paulo. SP. Disponível em:

[http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta\\_reuso.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_reuso.asp). Acesso em 04/02/2010.

CROOK, James. *Water reclamation and reuse criteria*. In: ASANO, Takashi. *Water quality management library – Volume 10/Wastewater reclamation and reuse*. Pennsylvania, USA: Technomic Publication, 1998.

*Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934*. Disponível em:  
[http://www.embasa.ba.gov.br/novo/Legislacao/Legislacoes/pdf/Decreto24643\\_34.pdf](http://www.embasa.ba.gov.br/novo/Legislacao/Legislacoes/pdf/Decreto24643_34.pdf)  
Acesso em 13/02/2010.

FIESP/CIESP. *Conservação e Reúso de Água – Manual de orientações para o setor empresarial*. São Paulo: FIESP/CIESP, 2004 v. 1.

\_\_\_\_\_. *Conservação e Reúso de Água - Manual de Conservação e Reúso de Água para a Indústria*. Disponível em:  
<http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf>. Acesso em 12/02/2010.

FILHO, Hélio P. Sistemas de reúso de água: projetos e estudos de caso. In: MANCUSO, Pedro C. S.; SANTOS, Hilton F. Dos (Eds.). *Reúso de água*. São Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Saúde Pública: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002. cap. 14, p. 479-490.

GUIDOLIN, J. C. *Reúso de efluentes*. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2000.

HESPANHOL, Ivanildo. *Esgotos como Recurso Hídrico. Parte I: Dimensões Políticas, Institucionais, Legais, Econômico-financeiras e Sócio-culturais*. Engenharia, São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo, v. 55, n. 523, 1997.

\_\_\_\_\_. *Água e Saneamento Básico*. In: REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. *Águas Doces do Brasil – Capital Ecológica, Uso e Conservação*. 1. ed. São Paulo: Escritura Editora, 1999.

INFORME INFRA-ESTRUTURA Nº 16, novembro de 1997. BNDES – [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)

LAVRADOR, José. *Contribuição para o entendimento do Reuso Planejado de Água e Algumas Considerações sobre suas Possibilidades no Brasil*. São Paulo, 1987. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

*Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007*. Disponível em:  
[http://www.poseadvirtual.com.br/fra\\_def.php](http://www.poseadvirtual.com.br/fra_def.php). Acesso em 16/10/2009.

LEITE, Ana Maria. *Reuso de água na gestão integrada de recursos hídricos*, 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Brasília.

LOBO, Luciana Paula. *Análise Comparativa dos Processos de Filtração em Membranas e Clarificação Físico-Química para Reúso de Água na Indústria*, 2004. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual do Rio

de Janeiro.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos (Editores) *Reúso de Água*. 1ª ed. São Paulo: Editora Manole LTDA, 2003. 579p.

MAY, Simone. *Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações*, 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/>. Acesso em: 14/02/2010.

MOTA, Suetônio. *Preservação e conservação de recursos hídricos*. 2ª edição. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

ODENDAAL, P.E.; WESTHUIZEN, J.L.J.; GROBLER, G.L. *Wastewater reuse in South Africa*. In: ASANO, Takashi. Water quality management library – Volume 10/Wastewater reclamation and reuse. Pennsylvania, USA: Technomic Publication, 1998.

PORTAL SÃO FRANCISCO. *Reúso de Água*. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-agua/reuso-de-agua.php>. Acesso em 13/02/2010.

*Portaria nº 518 de 25 de março de 2004*. Disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf). Acesso em 31/10/2009

*Resolução CONAMA nº 001 de 21 de janeiro de 1986*. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em 14/02/2010.

RODRIGUES, Raquel dos Santos. *As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil*, 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SETTI, A. A; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. 2ª edição. ANEEL. ANA. Brasília - Distrito Federal, 2001.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. *Gestão da Água no Brasil*. Brasília – UNESCO, 2001.

ZINATO, Maria do Carmo. OLIVEIRA, Cecy. *Água e Saneamento Básico*. POSEAD, Universidade Gama Filho. Brasília-DF, 2008 (apostila).

---

\_\_\_\_\_. *Esgoto e Saneamento Básico*. POSEAD, Universidade Gama Filho. Brasília-DF, 2008 (apostila).

O trabalho Reúso de água no Brasil de reúso de água foi licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição - Obras Derivadas Proibidas 3.0 Brasil.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)