

REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Cristina Costa Bernardi

2003

Cristina Costa Bernardi

REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Monografia apresentada ao ISEA-FGV/
ECOBUSINESS SCHOOL como requisito para
obtenção de título de Pós-Graduação, em nível de
Especialização *Lato Sensu*, modalidade MBA, em
Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, com área
de concentração em Planejamento Estratégico.

Orientador

Ph.D. Gertjan Beekman

Brasília

Distrito Federal - Brasil

2003

Cristina Costa Bernardi

REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

APROVADA em

Jânio Caetano de Abreu, D.Sc.

Fundação Universidade Federal de
São João Del Rey

Willer Hudson Pós, Ph.D.

Escola de Engenharia da UFMG

Laércio Couto, Ph.D.

Universidade Federal de Viçosa

Ph.D. Gertjan Beekman

IICA

(Orientador)

Brasília

Distrito Federal - Brasil

Ofereço a Deus,

por iluminar e guiar meu caminho;

aos meus pais,

pela constante dedicação e amizade;

ao meu marido,

pela compreensão e carinho.

OFEREÇO

Aos meus colegas de trabalho que, de alguma forma, apoiando e incentivando, contribuíram para meu crescimento intelectual e pessoal.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos ao meu orientador, que incentivou a participação nesta jornada de conhecimentos, compartilhando suas idéias e reflexões e possibilitando assim o aperfeiçoamento técnico-especializado. Agradeço também aos meus amigos de trabalho e professores da Ecobusiness que contribuíram com aportes intelectuais e discussões técnicas, de grande valia para a elaboração do trabalho.

Às instituições, tenho a agradecer, inicialmente, ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) a oportunidade de participação em atividade de capacitação de temática relevante para a sustentabilidade sócio-econômica e ambiental. Com relação à instituição promotora, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica entre IICA e Ministério da Integração Nacional, e à instituição executora, Consórcio ISAE-FGV/Ecobusiness School, agradeço a oportunidade de compor a equipe de estudo e parabenizo pelo êxito da iniciativa.

BIOGRAFIA

CRISTINA COSTA BERNARDI, engenheira agrônoma pela Universidade de Brasília, em 1998, cursando, como aluna especial, Mestrado em “Planejamento e Gestão Ambiental” na Universidade Católica de Brasília. Atua nas áreas de desenvolvimento e acompanhamento de projetos de cooperação técnica, com enfoque em capacitação nos temas de desenvolvimento sustentável e meio ambiente. Anteriormente atuou como pesquisadora científica na área de melhoramento genético vegetal.

SUMÁRIO

LISTA DE SÍMBOLOS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1 Agricultura irrigada.....	8
2.2 Oferta e demanda de água.....	9
2.3 Vantagens do reuso.....	12
2.4 Formas de reuso de água.....	13
2.5 Tipos de reuso e suas aplicações.....	16
2.6 Legislação relativa ao reuso de água no Brasil.....	18
2.7 Resolução CONAMA nº 20/1986 e os usos preponderantes da água com suas classes.....	20
2.8 Categorias de reuso e suas limitações sanitárias e ambientais de aplicação.....	23
2.9 Princípio do poluidor-pagador.....	24
2.10 Experiências internacionais de reuso de água.....	25
2.11 Experiências nacionais de reuso de água.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 Descrição.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Relação entre escassez de água e escassez de alimentos.....	33
4.2 Benefícios agregados da prática de reuso.....	33
4.3 A legislação hídrica e ambiental no Brasil e o reuso de água.....	34
4.4 Relação entre o reuso de água para irrigação e a classificação de corpos de água com base nos usos preponderantes e prioritários da Resolução CONAMA nº 20, de 18/06/86.....	35
4.5 Aplicação do princípio poluidor-pagador.....	37
4.6 Reflexo das experiências de reuso em outros países.....	38
4.7 Cultura de reuso e educação ambiental.....	39
4.8 Água como fator econômico de desenvolvimento social.....	40
4.9 Considerações finais.....	40

5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXO DE TABELAS	51
GLOSSÁRIO	52

LISTA DE SÍMBOLOS

ADEQ	Arizona Department of Environmental Quality
ADWR	Arizona Department of Water Resources
CIRRA	Centro Internacional de Referência em Reuso de Água
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COT	Carbono Orgânico Total (COT).
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPRI	International Food Policy Research Institute
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
IWMI	International Water Management Institute
OMM	Organização Meteorológica Mundial
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SABESP	Companhia de Abastecimento Básico do Estado de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo
WHO	World Health Organization

RESUMO

BERNARDI, Cristina Costa. **REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO**. Brasília: ISAE-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. 52p. (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração Planejamento Estratégico)*

A água é um recurso cada vez mais escasso, seja pelo crescimento populacional, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta, especialmente pela poluição dos mananciais. Conseqüentemente, o preço teórico da água tende a elevar-se. No contexto de escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, associada aos problemas de qualidade da água, surge, como alternativa potencial de racionalização, a reutilização da água para vários usos, inclusive para irrigação. São vários os benefícios agregados na prática de reuso na irrigação, incluindo a recarga do lençol freático e a fertirrigação de diversas culturas, respeitando os limites sanitários e ambientais de aplicação para garantia do nível de qualidade. Apesar de alguns países já estabelecerem mercados de água, incluindo água de reuso, e do Brasil realizar a prática de reuso em alguns estados, inexistente legislação específica brasileira tratando da temática. O presente trabalho, ao servir como consulta bibliográfica e estímulo à reflexão e análise do tema, podendo contribuir na elaboração de propostas de instrumentos legais, demonstra a importância da utilização da técnica de reuso de água para irrigação, salientando a necessidade de regulamentação específica, com os cuidados cabíveis na proteção ambiental e conservação da qualidade da água. A abordagem do trabalho considera duas dimensões fundamentais na prática do reuso: análise da tendência à formação e/ou fortalecimento do mercado de água de reuso no Brasil; e análise da postura que o setor público deve exercer frente à questão. Baseado em experiências nacionais e internacionais, percebe-se que há tendência de expansão do mercado de água de reuso no Brasil, para fins diversos, como irrigação, cabendo ao setor público regulamentar e fiscalizar esse mercado, por meio de uma gestão participativa, tornando assim a prática de reuso um eficiente instrumento de gestão dos recursos hídricos no Brasil.

* Comitê Orientador: Gertjan Beekman - IICA (Orientador).

ABSTRACT

BERNARDI, Cristina Costa. **WATER REUSE FOR IRRIGATION**. Brasília: ISAE-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. 52p. (Monograph - MBA in Maintainable Administration of Irrigated Agriculture, area of concentration Strategic Planning)*

Water is becoming a scarce resource due to the population growth and increase of demand, as well as, due to the reduction of its availability in terms of quantity and quality. As a result, the value of water also tends to increase at a fast rate. Within the water scarcity context that afflicts several regions in Brazil, associated to poor water quality, a feasible option would be the reuse of water for various uses and specifically irrigation. A number of benefits can be derived from reuse practices associated to the irrigated agriculture, such as aquifer recharge, recovery of phreatic levels and fertirrigation of a variety of crops within appropriate sanitary and health limits and environment constraints to assure safe water quality standards. A few countries have already created water markets including reused water as a commodity. In Brazil some States reuse water, however, without a proper set of laws or regulations applicable to recycling and reuse of water. The aim of this monograph is to provide bibliographic references on the water reuse topic and to stimulate thoughts and in depth analysis of the subject contributing to the growing need to have a proper legislation proposed, elaborated and implemented. It also highlights the importance of the use of this technology in irrigation and watering practices, based on proper standards and regulations vis-à-vis the environment protection and water quality conservation. The approach of this paper focuses mainly on two fundamental dimensions regarding water reuse practices: analysis and trends of the strengthening of water reuse markets in Brazil; and analysis of the degree of acceptance of the Public Sector in view of this new trend. Based on national and international experiences, it is clear that there is a growing trend of the water reuse market in Brazil for various objectives including irrigation; it is Public Sector responsibility to regulate and supervise this market by means of a joint and participatory management. In this respect water reuse practices may become instrumental in integrated water resources management in Brazil.

* Comitê Orientador: Gertjan Beekman - IICA (Orientador).

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e essencial à vida, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais, além de importante fator de produção no desenvolvimento de diversas atividades econômicas.

O volume total de água no planeta é constante, com a água doce representando cerca de 35 milhões de Km³, ou seja, 2,52% da quantidade total de água no planeta. O Brasil é um país privilegiado em termos de disponibilidade hídrica global, dispondo de um volume médio de 257.790 m³/s (considerando o território nacional mais a área de contribuição da Bacia Amazônica além da fronteira), o que representa um volume per capita de 47.042 m³.Hab/ano, como pode ser observado analisando a *TAB. 1*.

TABELA 1

Disponibilidade hídrica no território brasileiro + contribuição da Bacia Amazônica do território além fronteira (Ano 2001)

	Área (Km ² x10 ³)	População (Habitantes)	Densidade (Hab/Km ²)	Disponibilid. Hídrica (m ³ /s)	Disponibilid. Hídrica/Hab. (m ³ .hab/ano)
BRASIL	8.512	172.816.651	20,30	257.790	47.042

FONTE - BEEKMAN, 1995

NOTA - Dados atualizados em 01.08.2000, com taxa de crescimento da população anual de 1,93% para o ano de 2001, segundo Fonte IBGE, Contagem da População 1996 e Censo Demográfico 2000.

TABELA 2
Produção hídrica no Brasil e no mundo

DADOS	VALORES
Produção hídrica no Brasil (m ³ /s)	168.790
Produção hídrica no Brasil por habitante (m ³ .hab/ano)	30.801
Produção hídrica mundial (m ³ /s)	1.448.000
Disponibilidade hídrica no Brasil (território brasileiro + área de contribuição da Bacia Amazônica além da fronteira) (m ³ /s)	257.790
Relação produção hídrica no Brasil por produção hídrica mundial (%)	11,65
Relação disponibilidade hídrica no Brasil por produção hídrica mundial (%)	17,80

FONTE - BEEKMAN, 1995

Segundo análise da *TAB. 2*, verifica-se que a produção hídrica no Brasil corresponde a 11,65% da produção hídrica mundial; enquanto que a disponibilidade hídrica no Brasil (considerando o território nacional mais a área de contribuição da Bacia Amazônica além da fronteira) corresponde a 17,8% da produção hídrica mundial.

Considerando que os recursos hídricos acessíveis ao consumo humano direto constituem uma fração mínima do capital hidrológico, observa-se ainda a cada dia que a água, em escala mundial, é um recurso cada vez mais escasso, seja pelo crescimento da população e de atividades econômicas, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta, esta condicionada especialmente pela poluição dos mananciais. Por via de conseqüência, o preço teórico da água tende a elevar-se, tendo em vista que a demanda está aumentando e a oferta diminuindo.

O intenso uso e exploração dos recursos hídricos, já limitados, nas atividades de produção e consumo estão degradando-os, sem um consciente reflexo dessa perda coletiva no sistema de preços. Diante disso, revela-se premente a necessidade de reduzir a poluição hídrica, buscar alternativas viáveis de aumento da oferta de água e definir melhor alocação de recursos, relacionando o preço do bem e do serviço produzido com a qualidade e quantidade do recurso natural.

No contexto do crescente processo de escassez de água, cabe salientar que o preço desse bem finito tende a ficar cada vez mais alto. A água de reuso, utilizada para diversos fins, como a irrigação de culturas perenes, tende a apresentar preço mais baixo, reduzindo assim os custos de produção.

Na medida em que a cobrança pelo uso da água, instrumento de gestão já considerado na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 08/01/97), tornar-se mais abrangente, o mercado de água de reuso também tenderá a crescer.

O déficit hídrico está relacionado também com a carência de alimentos. Em países nos quais a falta de água é um fator limitante de crescimento, percebe-se a dependência externa de produtos agrícolas, como grãos, por exemplo, que requerem alta necessidade hídrica. Portanto, o problema de escassez de água é também um problema de escassez de alimentos.

Em função da escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, associada aos problemas de qualidade da água, torna-se uma alternativa potencial de racionalização desse bem natural a reutilização da água para vários usos, inclusive a irrigação agrícola, que representa aproximadamente 70% do

consumo hídrico no mundo. Assim, a técnica de reuso tende a ser um eficiente instrumento para a gestão dos recursos hídricos no Brasil.

São vários os benefícios da água de reuso proveniente de tratamento de esgotos na agricultura, podendo-se mencionar a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos, com a diminuição do impacto ambiental, em função da redução da contaminação dos cursos d'água; um significativo aumento na produção, tanto qualitativo quanto quantitativo; além da economia da quantidade de água direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, como o abastecimento público.

A reutilização da água, como técnica desenvolvida em diferentes estágios de tratamento em função de seu uso, procede de várias maneiras. Como forma de afastar resíduos líquidos, diversas comunidades lançam seus esgotos, muitas vezes não tratados, em corpos de águas superficiais, poluindo-os. Em seqüência, essa água então contaminada poderá servir de fonte de abastecimento para comunidades a jusante, que irão captar a água para diversos usos, retornando-as para os mesmos rios, formando assim o ciclo de reuso. Como exemplo tem-se a Bacia do Rio Verde Grande, integrante da Bacia do rio São Francisco, situada ao norte de Minas Gerais e em uma pequena porção do sudoeste da Bahia, onde se percebem a atuação de diferentes atores, usuários de água, como indústrias, cidades, pequenos e grandes produtores rurais, que captam água em diferentes trechos do rio e retornam as águas utilizadas para esse mesmo rio.

Para garantir a manutenção dos níveis de qualidade de água que um segmento de corpo d'água (trecho de rio) deve apresentar, é preciso haver a efetivação do enquadramento, ou seja, cumprir medidas necessárias para manter a condição desse segmento em correspondência com a sua classe, obedecendo a Resolução

CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Essa normativa estabelece a classificação das águas com base nos usos preponderantes e prioritários (sistema de classes de qualidade), estabelecendo nível de qualidade (classes) a ser alcançado e/ou mantido em um trecho do corpo hídrico ao longo do tempo. O enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade.

Por meio do reuso da água, é possível, após o tratamento conveniente de efluentes, descarregá-los de forma planejada nos corpos hídricos para que sejam utilizados sob controle a jusante na forma diluída, como por exemplo para irrigação de frutíferas. Para isso, é necessário um controle de lançamento de efluentes nos vários trechos do rio para satisfazer os requisitos de qualidade do reuso.

Segundo BREGA FILHO & MANCUSO (2002), a prática de reuso de água no meio agrícola, além de garantir a recarga do lençol freático, serve para fertirrigação de diversas culturas, bem como para fins de dessedentação de animais. A utilização de água proveniente de reuso é diferenciada para irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes) e comestíveis (nas formas cruas e cozidas), necessitando essas de um nível maior de qualidade. Porém, conforme BEEKMAN (1996), grandes volumes de águas servidas podem ser utilizadas em categorias de reuso, como agricultura irrigada e recarga de aquíferos, devendo-se atentar para suas limitações sanitárias e ambientais de aplicação.

Embora no Brasil já se esteja realizando a prática de reuso em alguns estados, como principalmente em São Paulo, não existe nenhuma legislação específica tratando da temática. Porém, como indutores do início do processo de

regulamentação, grupos de trabalho e técnicos do setor discutem e avaliam em diversos encontros e seminários nacionais e internacionais a questão, estimulando para a institucionalização da reciclagem e reuso sempre que possível, para a promoção do tratamento e disposição de esgotos, evitando a poluição ambiental.

Sendo assim, destaca-se também a necessidade de regulamentação e uso de instrumentos econômicos para o controle da qualidade da água, com o propósito de aumentar a eficiência, reduzindo assim os custos sociais e gerando meios fiscais para o financiamento de ações de proteção ao meio ambiente.

Em função das relações entre preço de um bem e sua quantidade, observa-se a importância da cobrança pelo uso e/ou poluição dos recursos hídricos como instrumento de gestão a ser implementado para induzir o usuário e/ou poluidor a uma racionalização no uso desse recurso, mantendo um equilíbrio entre disponibilidades e demandas, além da proteção ambiental.

A efetiva aplicação do princípio poluidor-pagador deve ser considerada como forma de garantir a proteção ambiental, que, em linhas gerais, atribui ao poluidor custos pertinentes do combate à poluição e de preservação do meio ambiente.

No Brasil deve-se ainda trabalhar socialmente a cultura de reuso de água, que apesar de ser uma prática inconsciente utilizada há vários anos (reuso não planejado), há preconceito quanto à sua forma de utilização por parte do público consumidor.

Entretanto, embora o reuso da água constitua a resposta à escassez crescente dos recursos hídricos, sob o ponto de vista estritamente econômico, cabe indagar se,

pelo ângulo ambiental e, portanto, do desenvolvimento sustentável, esse mecanismo é a melhor resposta que a sociedade pode oferecer no momento para a questão da escassez da água.

Diante disso, a abordagem objeto desta monografia assume duas dimensões fundamentais. A primeira diz respeito ao exame da tendência à formação e/ou fortalecimento do mercado de água de reuso no Brasil, a partir de experiências que já se manifestam em algumas regiões. A segunda relaciona-se à postura que o setor público deve exercer frente à questão, aspecto que se afigura extremamente importante numa fase ainda embrionária do processo e do mercado de água de reuso.

O presente trabalho, ao servir como consulta bibliográfica e estímulo à reflexão e análise do tema, podendo contribuir na elaboração de propostas de instrumentos legais, demonstra a importância da utilização da técnica de reuso de água para irrigação, salientando a necessidade de regulamentação específica, com os cuidados cabíveis na proteção ambiental e conservação da qualidade da água.

Com base em experiências nacionais e internacionais, percebe-se que há uma tendência de fortalecimento e expansão do mercado de água de reuso no Brasil, para fins diversos, especialmente para a irrigação, cabendo ao setor público regulamentar e fiscalizar esse mercado, respeitando a legislação vigente sobre a matéria, sobretudo no que diz respeito ao princípio poluidor-pagador.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Agricultura irrigada

Segundo FERNANDEZ & GARRIDO (2002), considera-se água para a agricultura irrigada o volume desse recurso natural que não é suprido naturalmente por meio de chuvas, necessário à aplicação artificial aos cultivos, de forma a otimizar o seu desenvolvimento biológico.

Por meio da irrigação, pode-se intensificar a produção agrícola, regularizando, ao longo do ano, as disponibilidades e os estoques de cultivares, uma vez que esta prática permite uma produção na contra-estação. Além disso, a agricultura irrigada reduz as incertezas, prevenindo o agente econômico (irrigante) contra a irregularidade das chuvas, anual e interanual.

A atividade de irrigação é a maior consumidora de água entre os diversos usos desse recurso natural. Dentro dela, os consumos específicos variam bastante, a depender do método de irrigação empregado. A natureza do solo, o tipo de requerimentos das diferentes culturas e os índices de evaporação das regiões são elementos importantes para se definir o consumo de água para irrigação.

A agricultura em geral experimentou grandes progressos ao longo das últimas décadas. A antiga idéia de confronto entre a agricultura de sequeiro e a agricultura irrigada, vai cedendo espaço, pouco a pouco, ao reconhecimento da existência de uma agricultura em que a irrigação se insere de forma integrada nos diversos processos de produção. A agricultura irrigada vem se tornando, nos últimos anos, uma das atividades econômicas mais importantes no Brasil. A

irrigação e a drenagem dos campos irrigados são atividades que permitem compensar os efeitos negativos da má distribuição, espacial e temporal, das águas de precipitação. As vazões de retirada para os fins de irrigação são elevadas, daí porque a política de recursos hídricos deve considerar, com especial cuidado, os movimentos desse setor usuário.

2.2 Oferta e demanda de água

A oferta de água no mundo tem relação estreita com a segurança alimentar, o estilo de vida das pessoas, o crescimento industrial e agrícola e a sustentabilidade ambiental.

Conforme WMO (1997), o consumo mundial d'água cresceu mais de seis vezes entre 1900 e 1995 - mais que o dobro da taxa de crescimento da população, e continua a crescer rapidamente com a elevação de consumo dos setores agrícola, industrial e residencial.

Globalmente, embora as fontes hídricas sejam abundantes, elas são freqüentemente mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as retiradas são tão elevadas em comparação com a oferta, que a disponibilidade superficial de água está sendo reduzida e os recursos subterrâneos rapidamente esgotados.

Tal situação tem causado sérias limitações para o desenvolvimento de várias regiões, restringindo o atendimento às necessidades humanas e degradando ecossistemas aquáticos. Levantamentos realizados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) das Nações Unidas indicam que um terço da

população mundial vive em regiões de moderado a alto stress hídrico, ou seja, com um nível de consumo superior a 20% da sua disponibilidade d'água. As estatísticas da OMM demonstram que, nos próximos 30 anos, a situação global das reservas hídricas tende consideravelmente a piorar, caso não ocorram ações para melhoria da gestão da oferta e demanda de água. Segundo WMO (1997), nesse mesmo cenário, é previsto uma elevação para dois terços dos habitantes do planeta vivendo em áreas de moderado a alto stress hídrico.

De acordo com pesquisas sobre a água no mundo pelo International Water Management Institute (IWMI), devido ao rápido crescimento populacional e aumento da renda per capita, o uso de água e consumo doméstico total no mundo aumentará em 71% dos quais mais de 90% será em países em desenvolvimento. Melhorias em conservação e tecnologia diminuirão o uso de água doméstico per capita em países desenvolvidos com o mais alto consumo de água per capita.

Em função da relação entre escassez de água e escassez de alimentos, conforme relatório do IFPRI & IWMI (2002), projeta-se que em 2025 a escassez de água causará perdas anuais globais de 350 milhões de toneladas (metric tons) da produção de alimento - ligeiramente mais que a produção de grãos, anual, completa, dos Estados Unidos. Caso não se alterem políticas e prioridades, em vinte anos, não haverá água suficiente para as cidades, os domicílios, o ambiente natural ou cultivo de alimentos. A crescente competição por água limitará severamente sua disponibilidade para a irrigação, que, por sua vez, restringirá seriamente a produção de alimentos no mundo. O declínio na produção de alimentos poderia provocar a elevação absurda de preços, que resultaria em significativo aumento da desnutrição, já que muitos povos pobres, em países em desenvolvimento, já gastam mais da metade de sua renda em alimento.

Outro fator preocupante refere-se à disposição do crescimento da população, gerando aumento de demanda de água. Conforme BROWN (2002), a maioria das 80 milhões de pessoas que são adicionadas à população mundial a cada ano, está sendo adicionada em países que já sofrem escassez de água. A recuperação de um equilíbrio entre a oferta e a demanda da água, em todo o mundo, pode agora depender da estabilização populacional nos países com déficit hídrico.

Segundo ONYANGO (2002), quando chegar ao ano 2025, a retirada de água para, principalmente usos domésticos, industriais e de pecuária, está projetada com um aumento de pelo menos 50%. O aumento limitará severamente a retirada de água para irrigação, que aumentará a produção de alimentos, por sua vez, em apenas 4%.

Cerca de 250 milhões de hectares são irrigados no mundo hoje, quase cinco vezes mais do que no início do século XX. A irrigação tem ajudado a aumentar a produção dos campos agrícolas e estabilizar a produção e preços de alimentos. Mas o crescimento populacional apenas aumentará a demanda por mais água para irrigação, visando atender as necessidades de produção de alimentos. Por meio do manejo inadequado da irrigação, percebe-se o rebaixamento nos lençóis freáticos, danificação do solo e redução da qualidade da água.

Além da escassez hídrica, que é grave em diversas regiões, deve-se considerar a questão da poluição concentrada e difusa de corpos hídricos. Processos de eutrofização, metais pesados, acidificação, poluentes orgânicos e outros efluentes tóxicos degradam os corpos hídricos de áreas densamente povoadas, comprometendo assim a qualidade da água.

Segundo BEEKMAN (1996), como a demanda pela água continua a aumentar, o retorno das águas servidas e o seu reuso vem se tornando um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos, tanto em regiões áridas, como em regiões úmidas. A utilização das águas servidas para propósitos de uso não potável, como na agricultura, representa um potencial a ser explorado em substituição à utilização de água tratada e potável. Por meio do planejamento integrado dos recursos águas naturais e águas servidas, a reutilização pode propiciar suficiente flexibilidade para o atendimento das demandas de curto prazo, assim como, assegurar o aumento da garantia no suprimento de longo prazo.

Assim, o reuso de água para diversos fins, incluindo o da irrigação, surge então 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.

2.3 Vantagens do reuso

Como já mencionado, o reuso apresenta diversas vantagens do ponto de vista econômico, social e ambiental.

Segundo 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.

Nesse aspecto, a Organização Mundial de Saúde (WHO) estabeleceu, em 1990, diretrizes sanitárias para o uso de efluentes urbanos em irrigação, tendo em vista a rápida expansão que essa atividade vem ocorrendo em diversos países.

Assim, 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.

2.4 Formas de reuso de água

Segundo BREGA FILHO & MANCUSO (2002), de uma maneira geral, o reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não planejadas.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, WHO (1973), tem-se:

- Reuso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizadas novamente a jusante, de forma diluída;
- Reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;
- Reciclagem interna: é o reuso da água internamente a instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

Essa mesma referência diferencia o reuso indireto intencional do não intencional, estabelecendo que quando o reuso indireto decorre de descargas planejadas a montante, ou a recargas planejadas no aquífero subterrâneo, ele é designado reuso indireto intencional.

Segundo LAVRADOR FILHO (1987), os termos “planejado” e “não planejado” referem-se ao fato do reuso ser resultante de uma ação consciente, subsequente à descarga do efluente, ou do reuso ser apenas um subproduto não intencional dessa descarga. Dessa forma, tem-se a seguinte conceituação:

- Reuso planejado de água: ocorre quando o reuso é resultado de uma ação humana consciente, adiante do ponto de descarga do efluente a ser usado de forma direta ou indireta. O reuso planejado das águas pressupõe a existência de um sistema de tratamento de efluentes que atenda aos padrões de qualidade requeridos pelo novo uso que se deseja fazer da água. O reuso planejado pode ser denominado reuso intencional da água.

WESTERHOFF (1984) classifica reuso de água em duas grandes categorias: potável e não potável. A seguir serão descritas as classificações de interesse ao presente trabalho para devida compreensão.

- Reuso potável direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.
- Reuso potável indireto: caso em que o esgoto, após o tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.
- Reuso não potável para fins agrícolas: embora quando se pratica esta modalidade de reuso via de regra haja, como subproduto, recarga do lençol subterrâneo, o objetivo precípua desta prática é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas e cereais, e plantas não alimentícias tais como pastagens e forrageiras, além de ser aplicável para dessedentação de animais.

Esse último tipo de reuso não potável para fins agrícolas é classificado segundo o tipo de cultura que o utiliza, apresentando-se em dois grupos:

- Primeiro grupo: plantas não comestíveis, como silvicultura, pastagens, fibras e sementes.
- Segundo grupo: plantas consumidas cozidas e cruas.

HESPANHOL (1999) argumenta que a presença de organismos patogênicos e de compostos orgânicos sintéticos na grande maioria dos efluentes disponíveis para reuso, principalmente naqueles oriundos de estações de tratamento de esgotos de

grandes conurbações, caracterizam o reuso potável como uma alternativa associada a riscos muito elevados, tornando-o praticamente inaceitável. Além disso, os custos dos sistemas de tratamento avançados que seriam necessários, levariam à inviabilidade econômico-financeira do abastecimento público, não havendo ainda, garantia de proteção adequada da saúde dos consumidores.

Sendo assim, a responsabilidade pela remoção de um determinado contaminante não deve ser atribuída a um único processo ou operação.

2.5 Tipos de reuso e suas aplicações

Conforme o GRUPO TÉCNICO DE REUSO DE ÁGUA (2002), as modalidades ou tipos de reuso considerados prioritários são os seguintes:

- agrícola;
- urbano para fins não potáveis;
- industrial;
- recreação;
- recarga de aquíferos; e
- aquíicultura.

Essas modalidades de reuso não são consideradas exclusivas, podendo mais de uma delas ser empregada simultaneamente em um mesmo município ou região.

Segundo o CIRRA - Centro Internacional de Referência em Reuso de Água (2002), os tipos de reuso e suas aplicações são os seguintes:

➤ Reuso agrícola:

O setor agrícola utiliza, no Brasil, aproximadamente 70% do consumo total de água. Essa demanda significativa, associada à escassez de recursos hídricos leva a ponderar que as atividades agrícolas devem ser consideradas como prioritária em termos de reuso de efluentes tratados.

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;
- Dessedentação de animais.

➤ Reuso urbano:

Na área urbana os usos potenciais são: irrigação de campos de golfe e quadras esportivas, faixas verdes decorativas ao longo de ruas e estradas, gramados residenciais, viveiros de plantas ornamentais, parques e cemitérios, descarga em toaletes, lavagem de veículos, reserva de incêndio, recreação, construção civil (compactação do solo, controle de poeira, lavagem de agregados, produção de concreto), limpeza de tubulações, sistemas decorativos tais como espelhos d'água, chafarizes, fontes luminosas, entre outros.

➤ Reuso industrial:

As atividades industriais no Brasil respondem por aproximadamente 20% do consumo de água, sendo que, pelo menos 10% é extraída diretamente de corpos d'água e mais da metade é tratada de forma inadequada ou não recebe nenhuma forma de tratamento. O reuso e reciclagem na indústria constituem ferramentas de gestão fundamentais para a sustentabilidade da produção industrial. A prática de reuso industrial pode ser estendida na produção de água para caldeiras, em sistemas de resfriamento, em lavadores de gases e como água de processos.

➤ Reuso no meio ambiente:

Nesse caso, pode ser utilizado como em habitats naturais, estabelecimentos recreacionais, pesca e canoagem, formação de represas e lagos.

➤ Recarga de aquíferos:

A recarga artificial de aquíferos com efluentes tratados pode ser empregada para finalidades diversas, incluindo o aumento de disponibilidade e armazenamento de água, controle de salinização em aquíferos costeiros e controle de subsidência de solos. Esta prática pode ser relevante em alguns municípios, abastecidos por água subterrânea, onde a recarga natural de aquíferos vem sendo reduzida pelo aumento de áreas impermeabilizadas.

2.6 Legislação relativa ao reuso de água no Brasil

A partir da promulgação da Lei nº 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, é dado um novo enfoque para a questão hídrica, a gestão do

uso da água por bacias hidrográficas e o conceito do usuário pagador. A ênfase legislativa incide na racionalização do uso da água, estabelecendo princípios e instrumentos para sua utilização. Porém, pouca preocupação legislativa ocorreu para fixação de princípios e critérios para a reutilização da água no Brasil.

Segundo HESPANHOL (2001), importância especial ao reuso foi dada na Agenda 21, a qual recomendou aos países participantes da ECO a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção de saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas.

No capítulo 21 - “Gestão ambientalmente adequada de resíduos líquidos e sólidos”, Área Programática B - “Maximizando o reuso e a reciclagem ambientalmente adequadas”, é estabelecido, como um dos objetivos básicos: “vitalizar e ampliar os sistemas nacionais de reuso e reciclagem de resíduos”.

A prática de uso de águas residuárias também é associada às seguintes áreas programáticas incluídas nos capítulos 14 - “Promovendo a agricultura sustentada e o desenvolvimento rural”, e 18 - “Proteção da qualidade das fontes de águas de abastecimento - Aplicação de métodos adequados para o desenvolvimento, gestão e uso dos recursos hídricos”, visando a disponibilidade de água “para a produção sustentada de alimentos e desenvolvimento rural sustentado” e “para a proteção dos recursos hídricos, qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos”.

Conforme HESPANHOL (2001), embora não exista, no Brasil, nenhuma legislação relativa, já se dispõe de uma primeira demonstração de vontade política, direcionada para a institucionalização do reuso. A “Conferência Interparlamentar sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente”, realizada em

Brasília, em dezembro de 1992, recomendou, sob o item “Conservação e Gestão de Recursos para o Desenvolvimento”, que se envidassem esforços, em âmbito nacional, para “institucionalizar a reciclagem e reuso sempre que possível e promover o tratamento e a disposição de esgotos, de maneira a não poluir o meio ambiente”.

Com base em várias referências teóricas, evidencia-se que não existe uma política estabelecida, arcabouço legal e institucional, ou parâmetros estabelecidos para a prática de reuso no Brasil. Porém, conforme FINK & SANTOS (2002), a legislação em vigor, ao instituir os fundamentos da gestão de recursos hídricos, cria condições jurídicas e econômicas para a hipótese do reuso de água como forma de utilização racional e de preservação ambiental.

2.7 Resolução CONAMA nº 20/1986 e os usos preponderantes da água com suas classes

Com o objetivo de evitar a poluição e contaminação de qualquer espécie modificando os usos dos corpos d’água, institui-se a Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986, que estabelece nove classes de acordo com os usos preponderantes da água no Território Nacional.

Os efluentes somente podem ser descartados em corpos d’água se os seus parâmetros característicos se situarem dentro do balizamento dado pela Resolução CONAMA nº 20/1986, para cada classe de corpo de água.

Segundo FERNANDEZ & GARRIDO (2002), atualmente, discute-se no meio técnico a necessidade de essa Resolução ser revista para melhor se adequar a

realidades observadas em inúmeras bacias do Brasil. Assinala-se, entretanto, que o seu texto é um balizamento para que restrições outras possam ser estabelecidas por comitês de bacia, os quais, considerarão, por certo, as condicionantes inerentes às suas próprias regiões.

Sendo assim, medidas devem ser cumpridas para manter a condição de um segmento de corpo d'água em correspondência com a sua classe. Esta Resolução estabelece, por meio de vários artigos, uma série de limites e condições, sob os pontos de vista físico, químico e bioquímico, para as águas das diversas classes.

São estabelecidos padrões mínimos para os efluentes serem aceitos como descartes em corpos d'água. Para que eles possam ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água, devem obedecer às condições preestabelecidas.

Ainda segundo FERNANDEZ & GARRIDO (2002), como os efluentes líquidos podem ser oriundos das aglomerações urbanas, dos distritos industriais, de plantas mineradoras e como retorno das águas de irrigação, a análise das características físicas de um efluente pode ser feita com base em alguns indicadores, como: sólidos totais, temperatura, cor e odor, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e carbono orgânico total (COT).

As classes especial, 1, 2, 3 e 4 são para as águas doces; as classes 5 e 6, para as águas salobras e, as classes 7 e 8, para as águas salinas, conforme *TAB. 3*.

TABELA 3

Destinação dos corpos d'água conforme a Resolução CONAMA nº 20/1986

DESTINAÇÃO	CLASSES								
	E	1	2	3	4	5	6	7	8
Abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção	x								
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	x								
Abastecimento doméstico após tratamento simplificado		x							
Proteção das comunidades aquáticas		x	x			x		x	
Recreação de contato primário		x	x			x		x	
Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película		x							
Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana		x				x		x	
Abastecimento doméstico, após tratamento convencional			x	x					
Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas			x						
Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana			x						
Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras				x					
Dessedentação de animais				x					
Navegação					x				
Harmonia paisagística					x	x	x		x
Usos menos exigentes					x				
Navegação comercial							x		x
Recreação de contato secundário							x		x

FONTE - PEREIRA, 2002

NOTA - E: classe especial

2.8 Categorias de reuso e suas limitações sanitárias e ambientais de aplicação

As águas servidas podem ser usadas também na irrigação e na recarga de aquíferos. Porém, conforme BEEKMAN (1996), grandes volumes dessas águas podem ser utilizadas em categorias de reuso (como agricultura irrigada e recarga de aquíferos), devendo-se atentar para suas limitações de aplicação, como por exemplo:

- Na categoria de reuso de águas servidas para a agricultura irrigada de culturas e olericultura, as limitações se referem ao efeito da qualidade da água, principalmente a salinização dos solos, e a preocupação patogênica (bactérias, vírus e parasitas) na saúde pública.
- Na categoria para irrigação de ambientes urbanos (parques, jardins, clubes, áreas residenciais, cemitérios, cinturões verdes e gramados), a limitação está relacionada com a contaminação das águas de superfície e subterrânea devido à gestão ineficiente e com restrições na comercialização dos produtos agrícolas e aceitação de mercados.
- Na categoria de reuso para recarga de aquíferos (águas subterrâneas, intrusão salina e controle da subsidência), a limitação na aplicação diz respeito a traços de toxidade e seus efeitos nas águas de reuso, além da possibilidade de existência de sólidos dissolvidos totais, metais pesados e patógenos nas águas de reuso.

A reutilização das águas é considerada uma opção conservacionista para o aumento da disponibilidade dos recursos hídricos existentes e futuros, como alternativa ao crescente aumento da demanda.

2.9 Princípio do poluidor-pagador

Segundo FERNANDEZ & GARRIDO (2002), a cobrança pelo uso da água é um dos instrumentos mais importantes na gestão dos recursos hídricos. O instrumento da cobrança concorre para o equilíbrio entre a oferta e a demanda desses recursos na bacia ou região hidrográfica. Além de ser utilizada com a finalidade de racionalizar o uso, a cobrança pelo uso da água atua, também, como mecanismo eficiente de redistribuir os custos sociais de forma mais equitativa; para disciplinar a localização dos usuários; promover o desenvolvimento regional integrado nas suas dimensões social e ambiental; e incentivar a melhoria nos níveis de qualidade dos efluentes lançados nos mananciais.

Nesse sentido, com a tendência de aumento do mercado de água e estímulo à prática de reuso como alternativa de racionalização do bem finito, cabe ressaltar o mecanismo de grande valia à proteção ambiental do princípio poluidor-pagador. Segundo ALBUQUERQUE (1999), esse princípio pode ser entendido como recurso econômico utilizado para que o poluir arque com os custos da atividade poluidora, ou seja, haja a internalização dos efeitos externos (externalidades), passando assim a repercutir nos custos finais dos produtos e serviços oriundos da atividade. Por outro ângulo busca-se fazer com que os agentes que originaram as externalidades assumam os custos impostos a outros agentes, produtores e/ou consumidores.

2.10 Experiências internacionais de reuso de água

O reuso de água não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos da prática de reuso na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação.

CGER, citado por FINK & SANTOS (2002), menciona que a Califórnia e a Flórida ocupam destaque entre os estados que possuem critérios específicos para o reuso potável indireto planejado.

A Califórnia tem antigos requisitos gerais para o reuso potável indireto, datado de 1978, por meio da recarga de aquíferos, os quais estão sendo atualizados para garantir que um aquífero que recebeu água de reuso atenda ao padrão de potabilidade e não exija tratamento posterior antes do consumo. O Estado ainda não desenvolveu critérios para uso reuso potável indireto por meio do aumento da vazão de cursos d'água, embora exista uma proposta neste sentido.

A Flórida exige que os distritos de gerenciamento das águas do Estado identifiquem quais áreas têm ou terão abastecimento problemático nos próximos 20 anos, devendo elaborar estudos de viabilidade para as ETE's localizadas nestas áreas, prevendo o reuso de seus efluentes ou demonstrando que isto é inviável por razões econômicas, ambientais ou técnicas. Sendo julgado viável, a descarga do efluente tratado nas águas superficiais ou em injeções de poços profundos deve-se limitar à água de reposição necessária para os sistemas de reuso.

No Arizona, o reuso potável direto é especificamente proibido, e a recarga de aquíferos com efluentes tratados em ETE's é uma operação fiscalizada por dois

departamentos, o Arizona Department of Environmental Quality (ADEQ) e o Arizona Department of Water Resources (ADWR).

No Texas, na medida em que o reuso das águas se torna mais comum, considera-se natural que surjam mais e mais aspectos legislativos disciplinando esta prática. Os tópicos legais de interesse abrangem mananciais e cursos d'água, aquíferos profundos e superficiais e direitos de propriedade sobre usos úteis da água captada. A maior parte dos rios do Texas possui a vazão dominante proveniente do reuso, alguns em mais de 90%, especialmente na estação seca. A extensão da proteção legal para os usuários de jusante depende do manancial dos usuários de montante ser superficial ou subterrâneo. Por exemplo, a cidade de Abilene, que depende de mananciais superficiais, está obrigada pelo "Brazos River Authority" a retornar 40% da vazão captada para o rio, sob a forma de efluente tratado, para compensar a perda d'água em um de seus reservatórios devido ao reuso.

Segundo BEEKMAN (1996), uma das reaplicações de água com retorno expressivo está na utilização das águas servidas do meio urbano para um segundo uso na agricultura. Apesar dessas águas serem consideradas "poluídas", as águas servidas contêm nutrientes que beneficiam o solo. Em geral, o setor agrícola dispense vultuosos recursos em fertilizantes químicos para compensar as necessidades das culturas em nitrogênio, fósforo e potássio, que estão contidos em grandes quantidades nas águas servidas de origem urbana ou doméstica. Estudos realizados na Califórnia, Israel e Portugal têm demonstrado que diversas culturas irrigadas com águas servidas requerem pouca ou nenhuma complementação adicional de fertilizantes químicos ou orgânicos.

Por meio da utilização das águas de abastecimento por duas vezes - uma para uso doméstico e novamente para irrigação - os “poluentes” em potencial tornam-se fertilizantes importantes para o meio agrícola, incrementando a produção e produtividade agrícola e impedindo a poluição e contaminação dos rios e lagos, o que por sua vez, novamente propiciam uma fonte natural e limpa para o suprimento e abastecimento doméstico. Essa concepção não é recente, tendo sido aplicada em 1650 em Edinburgo, na Escócia, sendo posteriormente aplicada nos arredores de Londres, Manchester e outras cidades. Na Austrália, essa técnica começou a ser aplicada em 1897, na Werribbee Farm, em Melbourne, e atualmente, aproximadamente 10.000 hectares de terras agrícolas são irrigadas com águas servidas, sendo o maior sistema em operação no mundo.

Ainda segundo BEEKMAN (1996), nas últimas décadas, esta metodologia tem-se consagrado como uma forma econômica de controle da poluição, e simultaneamente, como uma opção importante para contrapor a escassez de águas. Atualmente, aproximadamente 500.000 hectares de terras agrícolas, em cerca de 15 países, estão sendo irrigadas com águas servidas. Entre estes, Israel detêm um dos mais ambiciosos programas de reutilização de águas servidas tratadas, sendo que 70% das águas servidas do país são reutilizadas para a irrigação de 19.000 hectares.

No entanto, a utilização de águas servidas em países em desenvolvimento apresenta características sanitárias insatisfatórias, sendo, muitas vezes, aplicadas na forma “in natura” na agricultura. Águas servidas de Santiago do Chile, que praticamente representam a vazão do rio Mapocho durante o período seco, irrigam cerca de 16.000 hectares de horticultura, destinados ao consumo dos mercados dos centros urbanos, o que resultou em febres tifóides em meados

da década de oitenta. Por isso, o controle sanitário é um fator essencial de extrema relevância na utilização dessa técnica.

Em complementação das experiências internacionais da prática de reuso, segundo BEEKMAN (1998), as organizações e instituições a seguir utilizam tecnologias de reciclagem e reuso:

- State of California, Office of Water Recycling, Sacramento, USA;
- Dames & Moore, Water Pollution Control Engineering Services, Washington, USA;
- World Health Organization, Geneva, Switzerland;
- American Water Works Association Research Foundation, Denver, USA.

GUIDOLIN (2000) cita ainda o caso de Brunswick, na Alemanha, onde foi criada, desde 1952, uma associação de usuários para aproveitamento dos esgotos da cidade. O esgoto é coletado na estação de tratamento e conduzido por gravidade por uma adutora até as estações de bombeamento nas áreas irrigadas por aspersão. Em 20 anos de operação do sistema não foi constatado nenhum caso de infecção, o que demonstra que as medidas de segurança adotadas são suficientes. O uso de água reciclada para fins agrícolas próximas a áreas urbanas pode ser atrativo, pois assim os irrigantes visam receber grandes quantidades de água reciclada em vez de água pura de fontes convencionais.

Outro caso mencionado é o de San Petesburg, que opera um dos maiores sistemas de reuso, distribuindo água reciclada para irrigação de áreas domésticas, parques de condomínios, de escolas e campos de golf, além de torres de ar condicionado e sistemas de proteção a incêndios. Enquanto que em

San Antonio, Texas, utilizam-se pivôs centrais para aplicação de efluentes domésticos do município no perímetro de irrigação de Salatrillo.

Ainda, em Amman, Jordânia, onde a precipitação média é de aproximadamente 100mm por ano, os esgotos são tratados em um sistema de lagoas de estabilização e encaminhados à barragem de King Tahial, onde, após a diluição, são utilizados para irrigação.

2.11 Experiências nacionais de reuso de água

Segundo informações do JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO (2002), com o objetivo de implantar medidas para racionalizar a utilização da água, a cidade de São Paulo lançou um programa de reutilização da água, o “Água de Reuso”, que irá ajudar a reduzir a necessidade de racionamento. A meta é tentar evitar o rodízio de água na capital e na região metropolitana, com uma redução total de consumo de 20%. Em São Paulo cerca de 21,6 mil metros cúbicos de água potável é utilizada para a limpeza das ruas após as 911 feiras livres semanais da cidade, uma quantidade de água que poderia abastecer cerca de 1.544 residências. Além de considerar que a água que sobra do tratamento de esgotos pode ser comercializada a um preço bem menor que o da água potável.

O sistema de reuso, que começou a ser desenvolvido há dois anos, poderá proporcionar grande economia para São Paulo e amenizar o impacto de racionamento. O incentivo ao uso de água reutilizável para fins menos nobres diminuirá gastos aos órgãos públicos enquanto que a água tratada seria utilizada para fins mais nobres. O programa de reutilização da água oferece vantagens ambientais, sociais e econômicas.

Outro caso que utiliza água de reuso é o do Parque de diversões Hopi Hari, em São Paulo, o qual possui dois poços profundos de água que servem para o abastecimento do parque, com uma vazão média de 60 m³/h. Para a reutilização de toda água usada no parque há um moderno sistema de tratamento de efluentes que é processado em uma estação compacta de tecnologia canadense, a primeira a ser instalada no país, com uma pequena área de 300 m², processando o efluente em contêineres fechados, reduzindo a área ocupada e evitando problemas de odor. Todo esse processo é automatizado e o esgoto tratado, já denominado água de reuso, é bombeado para um reservatório no ponto mais alto do parque, sendo essa água utilizada para fins sanitários e de irrigação dos jardins.

O Estado de São Paulo, por meio da atuação da SABESP e centros de pesquisa da USP, possui também experiências específicas de reuso de efluentes tratados na agricultura. Utilizam o reuso em agricultura irrigada de cultivos anuais, como milho e girassol, hidroponia em flores e irrigação de pastagens para produção de feno.

Dentre outras iniciativas, a FIESP/CIESP lançou, em março de 2002, a “Agenda da Conformidade Ambiental da Indústria Paulista”, que tem dentre seus projetos o “Reuso de Água”, que objetiva disponibilizar ao setor alternativas e tecnologias para a redução e racionalização do uso da água nos processos produtivos.

Conforme a REVISTA DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM (2001), na agroindústria já há o despertar para as potencialidades da água residuária. Na Bacia de Campos, os grandes produtores da agroindústria açucareira já usam bem a tecnologia da reciclagem. Além da vinhaça, a água

resultante do trabalho industrial na avicultura, suinocultura e bovinocultura torna-se fonte que poderia atender à elevada demanda de irrigação, pois é rica em nutrientes e contribui inclusive na economia de fertilizantes e adubo. O uso de águas residuárias para irrigação é de grande importância também em termos de planejamento para proteção ambiental.

Segundo GUIDOLIN (2000), outras experiências nacionais têm destaque na prática do reuso, como a aplicação sistemática de efluentes, que recebem tratamento primário, na região do Seridó, no Rio Grande do Norte, para irrigação de capineiras nas vizinhanças da área urbana, com maior destaque às sedes municipais de Santa Cruz, Campo Redondo, Caicó, Currais Novos, Goianinha, Eduardo Gomes e Parelhas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição:

Para desenvolver o presente trabalho, a metodologia adotada teve como base pesquisas bibliográficas nacionais e internacionais na temática de reuso de água.

Foram utilizadas também informações obtidas na internet em sites de fontes de alta confiabilidade, buscando referências, conceitos, instrumentos legais existentes relacionados à temática e experiências nacionais e internacionais na técnica de reciclagem de água.

No Brasil, dada à atualidade do tema de reuso de água para irrigação, foram consideradas, como material complementar de pesquisa, esclarecimentos obtidos com especialistas na área de reuso da água, seja por meio de discussão pessoal, seja por troca de e-mails.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da pesquisa bibliográfica, associada aos esclarecimentos adquiridos de especialistas do setor hídrico, direcionados ao objetivo e questões propostas do presente trabalho, foi possível destacar importantes resultados e considerações referentes à temática de reuso da água para irrigação, como serão discutidos a seguir.

4.1 Relação entre escassez de água e escassez de alimentos

O reuso como forma de propiciar a racionalização do uso da água tem relação intrínseca com a produção de alimentos.

A escassez de água contribui para o déficit na colheita de grãos, que estará interferindo no preço dos alimentos e em consequência na qualidade de vida das populações. Assim, à medida que o déficit hídrico se expande, haverá aumento dos déficits de alimentos.

4.2 Benefícios agregados da prática de reuso

Por meio da prática de reuso, pode-se mencionar diversos benefícios agregados, relacionados com artigos da Lei nº 9.433, como explicitados no termo de referência para elaboração de propostas de resolução relativa aos aspectos políticos, institucionais e legais do reuso, do Grupo de Trabalho Reuso do CNRH (2002): efluentes ou águas de segunda qualidade são partes integrantes

dos recursos nacionais e poderão ser utilizados de forma benéfica para usos múltiplos; o reuso evita a descarga de efluentes em corpos hídricos; a utilização de efluentes tratados para fins benéficos se constitui em prática de racionalização e de preservação; e o reuso promove o planejamento, regulação e controle do uso, preservação e recuperação dos recursos hídricos.

Deve-se também agregar a contribuição para o aumento da produção e produtividade agrícola, gerado com o uso de águas de reuso, por apresentarem nutrientes benéficos às plantas.

4.3 A legislação hídrica e ambiental no Brasil e o reuso de água

Diante do perfil de escassez e comprometimento da qualidade da água nas diversas localidades, urge a criação de instrumentos que estimulem o desenvolvimento de novas tecnologias capazes de garantir economia desse recurso natural e a racionalização do uso da água. Nesse sentido, o reuso está relacionado com o enfoque desses instrumentos, sendo uma hipótese para atingir metas de racionalização.

A Lei nº 6.938/81, de 31/08, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), estabelece, como princípios norteadores das ações governamentais para o meio ambiente, “incentivos ao estudo e pesquisa de tecnologias orientadas para o uso nacional e a proteção dos recursos ambientais”, além da “racionalização do uso da água”. A Lei define ainda os objetivos a serem atingidos, incluindo “o desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais” e a “preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e

disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida”.

A Lei nº 9.433/97, de 08/01, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), também oferece fundamentos jurídicos para a racionalização do uso da água, e conseqüentemente condicionantes legais para o reuso da água, alternativa viável na preservação e conservação ambiental. A Lei tem como um de seus objetivos “a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável”. Define também, como conteúdo mínimo dos planos de recursos hídricos, “as metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis”. Já com relação à cobrança, tem com o objetivo “incentivar a racionalização do uso da água”.

Por meio das considerações anteriores, percebe-se que, tanto na legislação ambiental, quanto na hídrica, salienta-se para a busca de formas de racionalização da água, permitindo assim considerar como precedentes para a definição de uma legislação que trate o reuso, alternativa de uso racional da água para diversos fins, incluindo o agrícola, de forma mais específica.

4.4 Relação entre o reuso de água para irrigação e a classificação de corpos de água com base nos usos preponderantes e prioritários da Resolução CONAMA nº 20, de 18/06/86

Essa normativa estabelece a classificação das águas com base nos usos preponderantes e prioritários (sistema de classes de qualidade), estabelecendo

nível de qualidade (classes) a ser alcançado e/ou mantido em um trecho do corpo hídrico ao longo do tempo.

Esse instrumento usado pela PNRH de classificação das águas tem relação com o reuso de água, já que esse tipo de água pode ser considerado como classe inferior, além desse tipo de água servir como medida de definição do nível de qualidade, segundo os usos preponderantes.

Como um dos objetivos da classificação das águas é diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes, o reuso pode ser considerado como uma dessas ações. A determinação da possibilidade de usos menos exigentes é outro objetivo da classificação, no qual o reuso pode se enquadrar.

Por meio dessa Resolução, as águas são divididas em três categorias: doces, salinas e salobras. Suas subdivisões são feitas em nove classes: cinco para águas doces (classe especial, classes 1, 2, 3 e 4); duas para águas salinas (classes 5 e 6); e duas para águas salobras (classes 7 e 8).

As classes as quais poderiam ser utilizadas para reuso são as classes 1, 2, 3 e 4. A classe especial das águas doces, por serem águas naturais para uso primário inicial, ainda não utilizadas e não aproveitadas, não deverá ser indicada para reuso. Essa classe especial possui alto nível de qualidade.

Ao classificar as águas, a Resolução indica e determina os usos preponderantes, definindo, conseqüentemente, o suposto reuso do tipo indireto, pois, quando as águas são reutilizadas, pressupõe-se sua captação em cursos d'água de domínio público.

Cabe ressaltar que os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento de classe.

Sendo assim, obedecendo aos parâmetros físico-bio-químicos definidos para cada classe na Resolução mencionada, no caso específico de reuso de água para irrigação, tem-se que:

- as águas de classe 1 poderiam ser utilizadas para reuso indireto na irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- as águas de classe 2 poderiam ser utilizadas para reuso indireto na irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- as águas de classe 3 poderiam ser utilizadas para reuso indireto na irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- as águas de classe 4 poderiam ser utilizadas para reuso indireto na harmonização paisagística.

4.5 Aplicação do princípio poluidor-pagador

Um dos instrumentos da PNRH que poderá estimular o reuso de água como forma de minimização de passivo ambiental é a cobrança pelo uso da água, por meio do princípio usuário-pagador. E uma das formas de favorecer tecnologias que permitem o descarte final de menor quantidade de efluentes é a aplicação da regra do poluidor-pagador.

Por meio do princípio do poluidor-pagador, estabelece-se que ao poluidor devem ser imputados os custos necessários do combate à poluição, custos esses definidos pelo Poder Público para manter o meio ambiente em estado aceitável, bem como promovendo a sua melhoria.

A prevenção do dano ambiental é a conduta mais adequada, porém caso não seja possível, a reparação deve ser cumprida, apesar de em certos casos mais graves, não ser possível nem aferir esse dano. O princípio poluidor-pagador não é apenas um princípio de compensação de danos causados pela poluição, pois deve incluir também os custos da proteção ambiental, quaisquer que eles sejam, considerando custos de prevenção, reparação e repressão do dano ao meio ambiente.

4.6 Reflexo das experiências de reuso em outros países

Percebe-se, analisando as experiências internacionais abordadas no item “resultados e discussão”, que em alguns países e regiões já se estabeleceram mercados de água, incluindo a água de reuso, destinada para fins específicos, a exemplo da irrigação, usos industriais, entre outros. Nesses casos, o reuso da água pode ser encarado como uma resposta à crescente escassez desse recurso.

No caso da irrigação, experiências internacionais relacionando o tipo de irrigação e água de reuso podem ser estudadas, aproveitadas ou adaptadas para a realidade brasileira. Como exemplo tem-se a irrigação irrestrita, ou seja, sem restrição de culturas ou métodos de irrigação, para a qual exigem-se critérios mais rigorosos de qualidades de efluentes; e restrita, que envolve a seleção de

culturas ou restrição de métodos de irrigação, associados aos quais admite-se a utilização de efluentes de qualidade menos exigente.

Sendo assim, em análise mais global, nota-se que a prática de reuso não é uma técnica nova, visto que diversos países já a utilizam, possuindo seus critérios e políticas próprias para o tema.

Dada a utilização do reuso da água para diversos fins, incluindo a irrigação, nos diferentes países, percebe-se que há a tendência de difusão dessa técnica em outros países cuja escassez de água já é uma realidade em algumas regiões, como é o caso do Brasil.

4.7 Cultura de reuso e educação ambiental

Atualmente, a idéia de utilizar um volume de água para diversos fins não é muito aceita nos diferentes públicos consumidores desse bem, apesar de a reciclagem já ser uma prática antiga. Porém, a tendência é de mudança desse comportamento, visto que a necessidade da prática de reuso é uma realidade para a racionalização do bem natural finito, água.

A cultura para a prática do reuso ainda é um fator que dificulta a expansão dessa técnica, podendo-se fazer desenvolver programas e projetos de educação ambiental que trabalhem melhor o conceito, funções e utilidades desse tipo de prática.

A mudança de comportamento envolve iniciativas e programas de educação ambiental e capacitação, que podem contribuir com o processo de conscientização e internalização da importância dessa técnica de reuso.

4.8 Água como fator econômico de desenvolvimento social

Decisões políticas e as ações de milhões de indivíduos determinam diretrizes fundamentais de longo prazo sobre o suprimento e demanda de água e alimentos. Sendo assim, cabe ressaltar a importância que se deve dar ao envolvimento de atores sociais, considerando indivíduos, setores e comunidades, na tomada de decisões, desde a fase de formulação de resoluções legais até a aplicação da prática de reuso. Esse enfoque garantirá o valor da água como fator econômico de desenvolvimento social.

Nesse sentido, cabe ressaltar o importante papel da responsabilidade social na definição de hábitos e costumes utilizados na prática de uso e reuso de água por cada cidadão, podendo influenciar assim no processo de desenvolvimento econômico e social de um país.

4.9 Considerações finais

A poluição dos mananciais, comprometendo o nível das águas de forma qualitativa, restringe o uso para abastecimento humano, animal, e até mesmo industrial, limitando o seu uso para irrigação e pesca, além de inviabilizar o seu uso para lazer, esporte e recreação.

Em análise quantitativa, racionalizar o uso da água é um fator essencial para que ela possa satisfazer as múltiplas necessidades do homem.

O reuso de água faz parte de uma atividade mais abrangente, que é o uso racional e 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 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.

A implantação de sistemas de reuso e reciclagem de água, desde que possuam viabilidade técnica e econômica, implica em significativos benefícios ambientais, seja por aumentar a oferta de água potável e disponível nos mananciais, seja por aumentar os níveis de tratamento dos efluentes líquidos, diminuindo os lançamentos nos corpos d'água. É importante ressaltar que além dos benefícios ambientais, a implantação de sistemas de reuso apresenta também significativos impactos positivos em termos sociais e econômicos.

O efluente tratado, resultando na água de reuso, pode ser utilizado na agricultura, barateando o custo da água e aumentando a produtividade. O uso dessa técnica resulta na economia de adubo e aumento da produtividade da cultura, pois a água tratada carrega matéria orgânica, essencial ao desenvolvimento das plantas. Além de considerar que o sistema solo-microorganismos-plantas tende a estabilizar o esgoto sanitário, bem como de proteger os corpos d'água a jusante e fornecer nutrientes às plantas.

Porém cuidados e medidas devem ser tomadas e definidas para evitar os riscos associados à prática do reuso na irrigação, como contaminação da água por bactérias, vírus, protozoários, micro-poluentes orgânicos e inorgânicos e metais pesados. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças diarréicas são responsáveis por mais de 3 milhões de morte a cada ano.

Assim, é preciso estabelecer bases científicas, políticas, institucionais e legais para o desenvolvimento de padrões e códigos de prática nacional de reuso na agricultura de maneira sustentada, ecologicamente compatível e isenta de riscos à saúde pública.

Apesar de no Brasil não existir uma legislação que trata especificamente o tema do reuso de água, percebe-se que a própria legislação da Política Nacional de Recursos Hídricos cria condições jurídicas e econômicas para a alternativa do reuso de água como forma de uso racional e de preservação do meio ambiente.

No Brasil, a prática de reuso de esgotos tratados para irrigação constitui-se em um procedimento não institucionalizado e tem se desenvolvido sem planejamento ou controle. Na maioria das vezes é inconsciente por parte do usuário, que utiliza águas altamente poluídas de córregos e rios adjacentes para irrigação de hortaliças e outros vegetais, ignorando que esteja exercendo uma prática danosa à saúde pública dos consumidores e provocando impactos ambientais negativos. Assim, apesar de já existir atividade de reuso de água com fins agrícolas em certas regiões do Brasil, a qual é exercida de maneira informal e sem as salvaguardas ambientais e de saúde pública adequadas, torna-se necessário institucionalizar, regulamentar e promover o setor por meio da criação de estruturas de gestão, preparação de legislação, disseminação de

informação, e do desenvolvimento de tecnologias compatíveis com as condições técnicas, culturais e sócio-econômicas brasileiras.

O envolvimento da sociedade como forma de garantir a participação social e comunitária é fator essencial para a definição de uma política de reuso eficiente e condizente com a realidade brasileira.

Dado o reuso como sendo um tema multisetorial, que envolve as áreas ambiental, hídrica, social e de saúde, necessita-se além de uma boa articulação dos órgãos envolvidos nesses diferentes setores e a sociedade, com responsabilidades bem definidas, um adequado estabelecimento de aspectos técnicos de tratamento, de bio-segurança, saúde, proteção ambiental e informação ao público em geral.

O reuso, ressaltando especificamente o do tipo agrícola, deve obedecer a padrões mínimos físicos, químicos e microbiológicos que garantam a segurança agroalimentar das comunidades. Esses padrões já estão em parte definidos na Resolução CONAMA nº 20, devendo, porém, serem ampliados como forma de assegurar a confiabilidade dessa técnica por seus usuários.

Com base na discussão apresentada, percebe-se a necessidade de definição, para o caso do reuso, incluindo a irrigação, de aspectos políticos, arranjos institucionais, arcabouço legal e diretrizes para a prática do reuso da água no Brasil. Cabe também ao setor público, em conjunto com a sociedade, determinar iniciativas de planejamento e fiscalização do reuso em nível nacional e de bacia hidrográfica.

5 CONCLUSÕES

Com o aumento da demanda de água e redução da oferta, gerando escassez de água e conseqüente escassez de alimentos, o reuso de água para irrigação surge como uma possível solução para a racionalização desse bem e preservação ambiental.

Este trabalho fornece material de consulta aos profissionais da área de agricultura irrigada, técnicos que trabalham com a questão do reuso de água para os diversos fins, incluindo principalmente a irrigação, e os diferentes atores sociais envolvidos na gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas.

Como consulta bibliográfica, a discussão deste trabalho demonstra a importância da utilização da técnica de reuso de água para irrigação como forma de otimizar esse bem finito, salientando para a necessidade de regulamentação específica do tema, com os cuidados cabíveis na proteção ao meio ambiente e na conservação do nível da qualidade de água, sem ameaça à saúde pública.

Dada a inovação do tema de reuso de água para irrigação no Brasil, considerando ainda não existir regulamentação específica na temática, estando ainda em fase inicial de formulação de propostas de resoluções legais, a finalidade da discussão é estimular a reflexão e análise do tema, possibilitando fornecer subsídios para agregar considerações a propostas de trabalho e/ou de instrumentos legais.

A tendência atual é de se considerar a água residuária tratada como um recurso hídrico a ser utilizado para diversos fins, incluindo a irrigação. A utilização da

água de reuso significa um aumento na oferta de água para vários fins, liberando os recursos hídricos disponíveis para utilização em outros usos onde há maior exigência de qualidade, tais como o abastecimento humano. Assim, o uso racional, o controle de perdas e o reuso da água são tão importantes quanto a construção de reservatórios, de poços ou outras obras hidráulicas, pois significam, também, aumento na oferta desse escasso bem, que pode ser aproveitado também na agricultura irrigada.

Por meio da prática do reuso, pode-se perceber as várias vantagens do ponto de vista de planejamento integrado de recursos hídricos, como o controle da poluição e proteção de mananciais de água potável e o aumento da produtividade agrícola.

Cabe salientar que no Brasil já existem várias iniciativas de reuso não potável de água, como no setor industrial, além da prática inconsciente (reuso não planejado) em outros setores, como no setor agrícola. Porém, apesar de não existir no Brasil uma legislação específica tratando do tema de reuso de água, nota-se que a própria legislação da Política Nacional de Recursos Hídricos cria fundamentos jurídicos e condicionantes legais para o reuso de água.

Os conhecimentos internacional e nacional de reuso, associados a atitudes prudentes de aplicação com novos estudos e pesquisas sendo desenvolvidos, estimulam a implementação da técnica com competência.

Considerando o fato de o reuso já estar sendo praticado em algumas localidades do Brasil, e analisando a realidade de não existir uma legislação específica estabelecendo uma política de gestão associada ao reuso, com arcabouço legal e

institucional e parâmetros definidos, conclui-se pela necessidade iminente de regulamentação e institucionalização da prática de reuso no Brasil.

Sendo assim, é preciso se definir uma política de reuso, estabelecendo critérios para sua implementação em nível federal e de bacias hidrográficas, além da necessidade de desenvolver uma base legal específica, com a definição de normas, instrumentos de gestão, padrões, critérios de fiscalização e monitoramento e códigos de práticas, bem como delinear o arcabouço institucional, de forma articulada e participativa.

Iniciativas dessa natureza já estão sendo tomadas com a criação e atuação do Grupo Técnico de Reuso, no âmbito da Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia, no Conselho Nacional de Recursos Hídricos, por meio da discussão e definição de propostas que institucionalizam esses instrumentos.

Assim, ao analisar e comparar o objetivo proposto deste trabalho com os argumentos de pesquisas bibliográficas e troca de opiniões técnicas, agregados à discussão do tema, observa-se que a hipótese sugerida e defendida é confirmada ao longo do trabalho, por meio da análise da tendência nacional e internacional observada para a prática de reuso na irrigação, bem como a necessidade de regulamentação do processo.

Com base em consultas bibliográficas e discussões com especialistas na área de reuso, conclui-se que, apesar de não existir uma legislação específica sobre reuso, há uma tendência de fortalecimento e expansão do mercado de água de reuso no Brasil, para fins diversos, como a irrigação. Nesse sentido, o setor público deve assumir uma postura que garanta a regulamentação e fiscalização desse mercado, por meio de uma gestão participativa, possibilitando então que a

prática de reuso seja um adequado instrumento de gestão dos recursos hídricos no Brasil.

Assim, o reuso tenderá a se consolidar em um instrumento de gestão eficiente, induzindo a um uso racional da água e propiciando o aumento da oferta, redução das demandas e diminuição da poluição ambiental.

O estabelecimento de diretrizes claras, a definição de políticas e instrumentos legais e normativos pertinentes específicos, uma eficiente articulação dos setores correlatos, a regulação, monitoramento e supervisão da prática e de tecnologias adequadas, com a garantia de uma gestão participativa dos atores sociais envolvidos em todas as fases do processo decisório, além de iniciativas de educação ambiental, tendem a nortear e consolidar a prática de reuso de água no Brasil de forma sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F. S. **A responsabilidade civil e o princípio do poluidor pagador.** Faculdade de Direito da UFPE. Agosto 1999. Disponível na Internet: <www.omnicom.com.br/ocanal/polpag.htm>. Citado: 23 Nov. 2002.
- BEEKMAN, G. B. et al. **Aspectos de sustentabilidade e vulnerabilidade dos recursos hídricos - “stress hídrico”.** In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995, Recife. Conferência...Recife: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995.
- BEEKMAN, G. B. **Qualidade e conservação da água.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1996, Brasília. Conferência...Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.
- BEEKMAN, G. B. **Water conservation, recycling and reuse.** In: BISWAS, A. K., International Journal of Water Resources Development. Oxfordshire: Carfax, 1998. vol. 14, p. 353-364.
- BREGA FILHO, D. & MANCUSO, P. C. S. **Conceito de reuso de água.** In: Reuso de água; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.
- BROWN, L. **Escassez de água contribui para déficit na colheita mundial.** Universidade Livre da Mata Atlântica. 2002. Disponível na Internet: <www.wwiuma.org.br/lb_graos.htm>. Citado: 23 Nov. 2002.
- CGER - COMMISSION ON GEOSCIENCES, ENVIRONMENTAL AND RESOURCES **Issues in potable reuse: The viability of augmenting drinking water supplies with reclaimed water.** [book on line]. Overview of relevant federal guidelines and state regulations 1998. Available from: <<http://books.nap.edu/books/0309064163/html/31.html>> apud FINK, D. R. & SANTOS, H. F. **A legislação de reuso da água.** In: Reuso de água; Capítulo 8. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.
- CIRRA - CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REUSO DE ÁGUA. **Reuso de água.** Universidade de São Paulo. 2002. Disponível na Internet: <www.usp.br/cirra/reuso>. Citado: 10 Jan. 2003.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 20, de 18 de junho de 1986. **Diário Oficial da União**, 30 julho 1986.
- FERNANDEZ, J. C. & GARRIDO, R. J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002.
- FINK, D. R. & SANTOS, H. F. **A legislação de reuso da água**. In: Reuso de água; Capítulo 8. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.
- GRUPO TÉCNICO DE TRABALHO SOBRE REUSO NÃO POTÁVEL DE ÁGUA. Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2002. Memórias das três reuniões iniciais do grupo técnico de reuso do CNRH. Relatório.
- GUIDOLIN, J. C. **Reuso de efluentes**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2000.
- HESPANHOL, I. **Água e saneamento básico - uma visão realista**. In: Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação. Coordenação de Aldo Rebouças, Benedito Braga e José Galizia Tundisi. Editora Escrituras, 1999.
- HESPANHOL, I. **Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos**. São Paulo, 2001. Separata de: Resumo de trabalhos técnicos III ENCONTRO DAS ÁGUAS, Chile, 2001.
- IFPRI & IWMI - INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE & INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE. **Re: Água e irrigação segundo IFPRI e IWMI**. In: Lista Fonte d'água. Florida Center for Environmental Studies. Relatório "Global Water Outlook to 2025: Averting an Impeding Crises". Publicação no Dia Mundial do Alimento. Washington D.C., 16 Out. 2002. Disponível na Internet: <<http://archives.ces.fau.edu/fontedagua.html>>. Citado: 22 Nov. 2002.
- JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. **Água de reuso**. São Paulo, 2002. Disponível na Internet: <www.moraisengenharia.kit.net/agua_de_reuso.htm>. Citado: 29 Out. 2002.
- LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. Dissertação de mestrado - Escola Politécnica de São Paulo da USP. São Paulo, 1987.
- ONYANGO, E. **Re: Oferta de água em 2025**. In: Lista Fonte d'água. Centro de Referência do Everglades (USA), Movimento de Cidadania pelas Águas. Water Media Network, 16 Nov. 2002. Disponível na Internet: <<http://archives.ces.fau.edu/fontedagua.html>>. Citado: 20 Nov. 2002.

PEREIRA, J. A. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental.** Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará. Pará, 2002.

REVISTA DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. **Reciclagem da água, uma alternativa real.** Brasília: ABID, nº 51, 3º trimestre 2001. p. 55-56.

WESTERHOFF, G. P. **Un update of research needs for water reuse.** In: WATER REUSE SYMPOSIUM, 3º Proceedings. San Diego, Califórnia, 1984.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards.** Of a WHO meeting of experts. Technical report series Nº 517. Genebra, 1973.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world.** WMO. Genebra, 1997.

ANEXO DE TABELAS

TABELA 1 - Disponibilidade hídrica no território brasileiro + contribuição da Bacia Amazônica do território além fronteira (Ano 2001)	01
TABELA 2 - Produção hídrica no Brasil e no mundo	02
TABELA 3 - Destinação dos corpos d'água conforme a Resolução CONAMA nº 20/1986	22

GLOSSÁRIO

A montante	Localizadas rio acima, em regiões de subida das águas nos corpos hídricos.
Comunidades a jusante	Comunidades que estão localizadas a vazante, rio abaixo, em regiões de descida das águas nos corpos hídricos.
Eutrofização	Processo de degradação que sofrem os lagos e outros corpos de água quando excessivamente enriquecidos de nutrientes, limitando a atividade biológica.
Fertirrigação	É o sistema de aplicação de fertilizantes líquidos ou solúveis em água, por meio do sistema de irrigação.
Hidroponia	Técnica de produzir vegetais por meio de um sistema que utiliza somente água e nutrientes. Processo muito difundido como alternativa de produção vegetal para pequenas áreas.
Passivo ambiental	Todo impacto ambiental que pode ser contabilizado como perda financeira a curto, médio ou longo prazo pela propriedade que gera o impacto.
Reuso de água	É o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser direto ou indireto, bem como decorrer de ações planejadas ou não planejadas (LAVRADOR FILHO, 1987).
Reciclagem de água	É o reuso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, para servir como fonte suplementar de abastecimento do uso original. É um caso particular de reuso direto.
Stress hídrico	Está baseado nas necessidades mínimas de água per capita para manter uma qualidade de vida adequada em regiões moderadamente desenvolvidas situadas em zonas áridas (BEEKMAN, 1995).
Vinhaça	Resíduo proveniente do tratamento da cana, com potencial para ser reciclado.