

## O reúso de água em centros de treinamento de combate a incêndio

Severino Joaquim Correia Neto, Fernando B. Mainier, Luciane P. C. Monteiro  
Universidade Federal Fluminense

### RESUMO

*A Terra foi dotada com uma quantidade finita de água natural, entretanto, com o passar do tempo, os países em desenvolvimento, as barragens, os sistemas de irrigação, os planos de gestão de bacia hidrográfica, as indústrias tornaram-se cada vez mais complexos. Desta forma, é fundamental pensar e praticar o reúso da água. Isto remete à necessidade precípua de poupar, reduzir, reciclar e desenvolver processos de reúso que não venham na contramão da sociedade. O presente trabalho avaliou numa visão crítica os processos de reúso de uma maneira geral e mais precisamente em Centros de Treinamento de Combate a Incêndio onde o treinamento consome elevado volume de água como agente extintor. As tecnologias simples e criativas desenvolvidas comprovam o sucesso do reúso da água no combate ao desperdício.*

Palavras-Chave: Reúso de Água; Incêndio, Contaminações

---

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo Machado (2004) a água deverá tornar-se, ao longo do século XXI, um recurso natural tão importante e disputado do ponto de vista econômico, social, ambiental e político, da mesma forma, que o carvão e o petróleo ocuparam o cenário na economia mundial, social e política ao longo dos últimos 150 anos.

De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas) um terço da população mundial enfrenta a escassez de água em razão de falhas de gerenciamento das fontes e o aumento no uso de água, principalmente, pela irrigação na agricultura. A falta de água está aumentando mais rápido do que se esperava, com a agricultura sendo responsável por 80% do consumo mundial.

Ainda na ótica de Machado (2004) a água tornar-se-á, com efeito, um recurso estratégico central para o desenvolvimento e a qualidade de vida de grande parte dos países, em especial para o Brasil e na visão de Braga et al. (2007) os recursos hídricos podem ser utilizados de várias maneiras, atendendo as diversas atividades industriais, sociais, agrícolas, etc. desenvolvidos pelo homem.

É claro que o progressivo aumento da demanda de água doce é função do aumento da população, das áreas de agriculturas irrigadas e do uso da água nos diversos segmentos industriais. Por outro lado, também devem ser somados a este cenário, o mau uso, o desperdício e as contaminações de todos os tipos que acabam gerando, conseqüentemente, a redução e a deterioração gradual da qualidade da água. Tais fatos ou fenômenos resultam em disputas acerca dos usos, conflitos, divergências de opiniões e de interesses, dissensões entre os mais diversos atores sociais, falta de acordo e vontade política, além de consideráveis polêmicas a respeito da definição mais adequada para o termo recursos hídricos.

Em relação ao Brasil, na visão crítica de Rebouças et al. (2006), o que falta não é propriamente a água, mas sim um padrão cultural que agregue ética e melhore a eficiência de

desempenho político dos governos, da sociedade organizada *lato sensu*, das ações públicas e privadas, promotoras do desenvolvimento econômico em geral da sua água doce, em particular.

Para muitas pessoas, no Brasil, a escassez de água não é vista como uma ameaça, pelo fato do país dispor de uma das maiores bacias hidrográficas do mundo. Porém, deve-se considerar que as principais reservas de água doce estão nos rios da Bacia Amazônica, muito longe dos grandes centros urbanos e a qualidade de água que efetivamente abastece as maiores cidades do país estão se degradando com muita rapidez.

Segundo Mainier (1999a) é comum ver algumas cidades onde a qualidade da água é questionável, pois não existem tratamentos de água potável e nem de esgotos, não há distribuição de água encanada e, conseqüentemente, as valas negras afloram e proliferam por toda parte. A população local fica a deriva, obrigando-a a procura de água em poços rasos, riachos e açudes que de certa forma, acabam recebendo cargas poluidoras. E ainda, completa, que a água não tratada tem sido apontada como responsável, direta e indiretamente, pelas altas taxas de ocupação dos leitos dos hospitais públicos, embora a ignorância, a pobreza, a desnutrição e a falta de saneamento básico estejam associadas a este cenário.

Nas regiões áridas onde a água é um fator limitante para o desenvolvimento da agricultura por irrigação, para os segmentos industriais e as atividades urbano-sociais, o reúso da água torna-se uma perspectiva atraente do ponto de vista técnico, econômico e de uma política pública de sustentabilidade.

O reúso de água já vem sendo amplamente empregado na indústria, principalmente em torres de resfriamento, caldeiras, construção civil, irrigação de áreas verdes e em alguns processos industriais onde a utilização de água com menor padrão de qualidade não ocasione maiores problemas. Desta forma, o reúso de água para fins não potáveis deve ser considerado como a primeira opção para o reúso (MIERZWA & HESPANHOL, 2002).

Uma das alternativas para integrar as atividades de reúso que pode ser considerada é a utilização da água de rejeito de um processo produtivo, que necessita de uma água com maior qualidade, em outro processo que possa utilizar uma água com menor qualidade. Esta alternativa se mostra ambientalmente correta, entretanto, continua incorporando impurezas aos corpos receptores de água.

A alternativa mais interessante é o reúso da água em um ciclo fechado; isto é, após o uso da água em uma atividade qualquer, que resulta na incorporação de impurezas, tornar a obter uma água com qualidade inicial, utilizando um processo de tratamento adequado.

Do ponto de vista ambiental a água de reúso é uma opção correta, já que contribui para diminuição da captação e conseqüente redução nas vazões de lançamento de efluentes. Entretanto, para que possa ser utilizada deve-se levar em conta a questão da saúde pública. Existem padrões para reúso em alguns países do mundo que fazem do reúso de água para fins não potáveis, uma prática habitual, entretanto, no Brasil, estas práticas são ainda incipientes.

O Brasil tem a sua disposição um grande trunfo, porém, medidas concretas e coerentes precisam ser adotadas, evidenciando não só a soberania sobre os recursos hídricos nacionais como igualmente o estabelecimento de políticas públicas e privadas que beneficiem o conjunto da população brasileira.

Hoje, na categoria de áreas com escassez de água, existem 26 países que abrigam 262 milhões de pessoas. Agravante é o fato de que a população está crescendo mais rapidamente onde é mais aguda a falta de água. No Oriente Médio, 9 entre 14 países vivem em condições de escassez, seis dos quais devem duplicar sua população dentro de 25 anos. No Oriente

Médio, a retirada excessiva de água dos aquíferos subterrâneos provoca a intrusão da salinidade do oceano, que contamina com elevado teor cloreto (Cl<sup>-</sup>) a água do subsolo.

Em algumas regiões brasileiras, a escassez de água, principalmente, em certas regiões do ano, é sempre recorrente. Geralmente, ocorre devido às condições climáticas associadas à falta de planejamento público. Ora os açudes estão cheios de água que servem a população local, tanto para usar como água potável ou para outras atividades como a de lavar roupa. Devido à sazonalidade climática, também, é comum encontrar os açudes secos.

A Figura 1, a seguir, é o cenário representativo da falta de água no oriente médio e em diversos vilarejos e periferias de cidades brasileiras.



Figura 1: Cenário da falta de água no oriente médio e num vilarejo brasileiro

Não restam dúvidas que a utilização do reúso de água é sempre uma proposta de alternativas, entretanto, é fundamental que as premissas de seu novo uso tem que estar atrelado aos princípios da precaução, considerando a possibilidade sempre presente das contaminações sejam de metais pesados, produtos orgânicos altamente tóxicos ou de microrganismos.

## 2. METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido a partir de revisão bibliográfica do reúso de água em vários segmentos, elaborado a partir de livros, artigos de periódicos, legislações, normas nacionais e internacionais. A avaliação e validação do estudo foram efetuadas nas instalações de um centro de treinamento de combate a incêndios, localizado em Rio das Ostras (RJ), que visa o treinamento de pessoal para as unidades petrolíferas *onshore* e *offshore*.

Objetiva-se neste trabalho mostrar a importância do reúso de água em instalações de treinamento de combate a incêndios onde o consumo de água é grande e o processo de tratamento simplificado de água de reúso não implica em manutenção sofisticada e onerosa.

## 3. UMA VISÃO CRÍTICA DO REÚSO DE ÁGUA

Com base na Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 1992) o reúso de água pode ser classificado em reúso potável (direto e indireto) e reúso não potável.

O Reúso Potável Direto compreende o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, sendo diretamente reutilizado no sistema água potável, desde que esteja em conformidade com as normas de qualidade de água potável. O Reúso Potável Indireto compreende os casos em que o esgoto, após tratamento, é disposto nas águas superficiais ou

subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

O Reúso Não Potável apresenta um potencial de reutilização muito amplo e diversificado. Por não exigir níveis elevados de tratamento, vem se tornando um processo viável economicamente e, conseqüentemente, com rápido desenvolvimento. Em função da diversidade de uso, pode ser classificado em função da sua utilização, direta ou indireta, tais como:

- para fins agrícolas: o objetivo principal dessa prática é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais, entre outras, plantas não alimentícias, pastagens, forrageiras, além de ser aplicável para dessedentação de animais;
- para fins industriais: abrange os diversos usos industriais tais como: refrigeração, águas de processo, água de incêndio, utilidades, etc.;
- para fins recreacionais: reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais recreacionais, etc.;
- para manutenção de vazões: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregados, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem;
- para fins domésticos: são considerados nestes casos de reúso de água para rega de jardim, descarga sanitária que é utilizado em grandes edifícios;
- para aquicultura: consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se nutrientes presentes nos efluentes tratados;
- para recarga de aquífero subterrâneo: é a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta através de injeção sob pressão, ou de forma indireta utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas a montante.

Na ótica de Hespanhol (2002) são destacadas três aplicações potenciais de reúso não potável da água: urbano, agrícola e industrial. Os usos urbanos não potáveis envolvem riscos menores e devem ser considerados como a primeira opção de reúso na área urbana. Entretanto, cuidados especiais devem ser tomados quando ocorre contato direto do público com água reutilizada. Os maiores potenciais desse processo são os que empregam esgotos tratados para:

- Irrigação de áreas ajardinadas em edifícios públicos, residenciais e industriais;
- Sistemas decorativos aquáticos tais como fontes e chafarizes;
- Reserva de água de proteção de combate a incêndio;
- Descarga sanitária em banheiros públicos, edifícios comerciais e industriais;
- Lavagem de ruas, trens e ônibus públicos.

É importante refletir na visão de Baron et al. (2006) que os impactos sociais, econômicos e ambientais das práticas utilizadas no desenvolvimento de recursos de água e as perspectivas inevitáveis da escassez de água no mundo estão levando as mudanças para um

novo paradigma na gestão dos recursos hídricos. A nova abordagem incorpora os princípios da sustentabilidade, da ética ambiental e da participação da sociedade. A gestão dos recursos hídricos sustentáveis enfatiza que os sistemas de uso e tratamento da água devem estar atrelados visando a atender, de maneira equilibrada e confiável, às necessidades de água das gerações presentes e futuras.

Ainda, segundo Mainier (1999b) deve ser estimulada e articulada a integração dos órgãos ambientais, de saúde e de industrialização com a Sociedade Organizada no sentido de estabelecer normas e procedimentos, visando garantir uma real qualidade de vida e reavaliar e reestruturar os projetos industriais, de tal forma, que os efeitos ambientais, sociais, econômicos e políticos sejam identificados na fase de planejamento do projeto, antes que as decisões de implantações sejam adotadas. Daí a necessidade desenvolver uma consciência técnica crítica, que deve ser construída na sociedade, principalmente, na Universidade, visando o entendimento das rotas de fabricação dos produtos e dos contaminantes gerados e/ou agregados durante o processamento industrial, com vista à preservação ambiental.

O reúso reduz a demanda sobre mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior (água bruta). Essa prática, atualmente muito debatida, no mundo acadêmico e tecnológico, posta em evidência e que já é utilizada em muitos países, é baseada no conceito de substituição de fontes. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico como é o caso de um sistema de treinamento em combate a incêndio, objeto do presente trabalho.

Dessa forma, grandes volumes de água potável e água bruta podem ser poupados pelo reúso quando se utiliza água de qualidade inferior (geralmente efluentes tratados) para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de qualidade assegurado para as diversas aplicações.

#### **4. A UTILIZAÇÃO DA FILOSOFIA DO REÚSO DE ÁGUA NO CENTRO DE TREINAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO**

O Centro de Treinamento Combate a Incêndios visa atender as necessidades básicas de segurança industrial das empresas do segmento petróleo e afins com base nas exigências contidas nas normas ABNT NBR 14276 (2005), DPC NORMAM 24 (DPC, 2009) e outros Diplomas Legais, que preconizam a necessidade de padronização da atividade de treinamento de combate a incêndio, por meio de brigadas que sejam básicas, intermediárias e avançadas, com conhecimento, habilidade e atitudes necessárias ao controle e prevenção de um eventual sinistro; faz-se mister orientar as equipes mediante a um treinamento que contemple, entre outros conteúdos, a prática da utilização dos métodos de abafamento, resfriamento e isolamento mediante o uso do agente extintor: água.

Considerando que a água é o agente extintor se gasta por exercícios de combate a incêndios um grande volume de água. No passado a água era proveniente de uma lagoa localizada numa reserva natural conforme mostra a Figura 2, localizada no município de Rio das Ostras, cerca de 170km da cidade do Rio de Janeiro.

No passado, o uso da água, o seu desperdício e o descarte não eram pontos de discussão na agenda ambiental, entretanto, em virtude das leis ambientais mais severas a retirada de água da lagoa não é mais considerada uma opção válida. Portanto, o reúso da água tornou-se uma opção lógica e coerente com as filosofias ambientais.



Figura 2 – Vista da lagoa de Jurubatiba em reserva natural

A avaliação e validação do estudo quanto ao reúso de água foi realizado no Centro de Treinamento de Combate a Incêndios (Sampling Planejamento SA), ocupando uma área de 17.000 m<sup>2</sup> e localizado no município de Rio das Ostras (Rio de Janeiro- RJ).

O fluxograma das instalações deste Centro de Treinamento é apresentado na Figura 3, constando, essencialmente, a área de treinamento com os referidos obstáculos (maracanã, helicóptero, sistema de processos, casa de máquinas), a reserva de incêndio (castelo de água de 40.000 L) e o sistema de reúso, objeto do presente estudo.

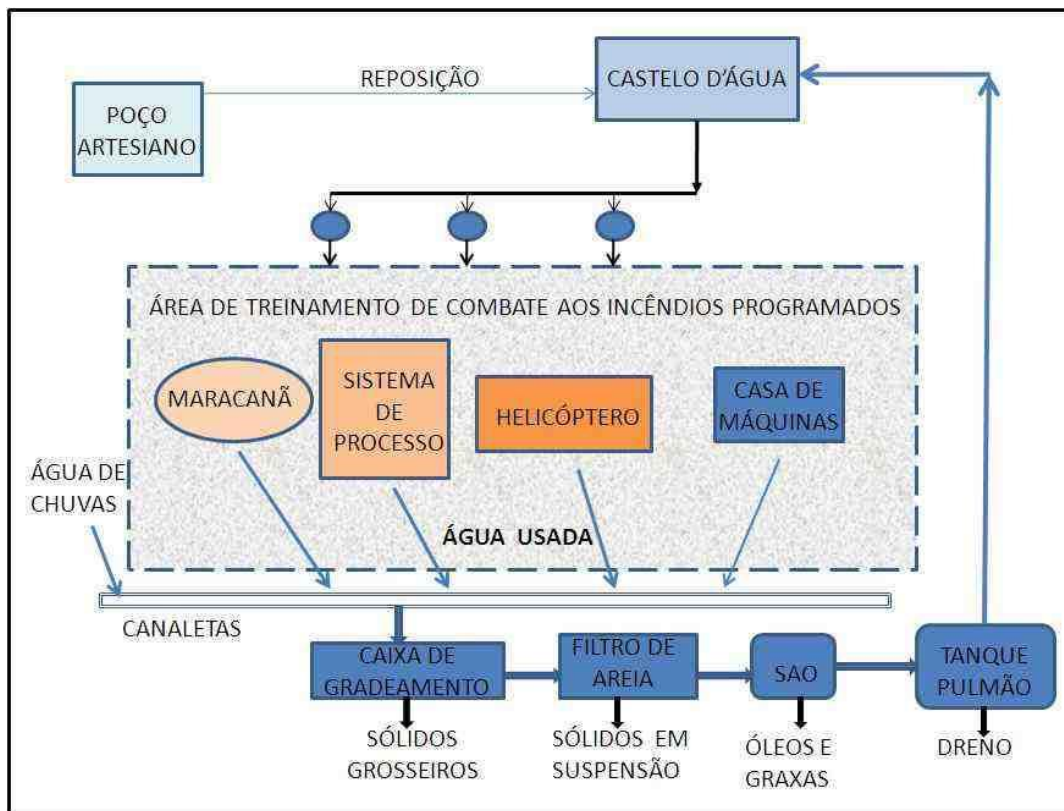


Figura 3 – Fluxograma da instalação do Centro de Treinamento de Combate a Incêndios

A água utilizada neste centro e nos exercícios programados é proveniente de um poço artesiano que alimenta o castelo d'água, bem como também utiliza a coleta das águas de chuva que vazam para as canaletas.

A Figura 4 ilustra o local onde ocorrem os exercícios práticos de combate aos incêndios provocados e identificam o separador de água e óleo (SAO) e as canaletas, bem como os obstáculos para o exercício de combate a incêndio, tais como: maracanã, helicóptero, sistema de processo e casa de máquina.



Figura 4 – Centro de Treinamento de Combate a Incêndios  
Fonte: Sampling Planejamento SA

A sequência fotográfica apresentada nas Figuras 5 a 8 mostra o cenário dos treinamentos de combate a incêndio nos diversos obstáculos de simulação, tais como; “maracanã”, “sistema de processos (flange e vaso)”, “helicóptero” e “casa de máquinas”, consubstanciando, o grande consumo de água nessas operações de treinamento de combate aos incêndios nos referidos obstáculos.



Figura 5 – Combate ao fogo no obstáculo Maracanã



Figura 6–Queima de gás no sistema





Figura7– Aspecto de aplicação de água no reator



Figura 8 – Combate ao fogo no obstáculo helicóptero

Conforme mostra o fluxograma da Figura 3, o sistema de reúso utilizado neste Centro de Treinamento consta, essencialmente, do seguinte fluxo;

- A água usada no combate aos incêndios vaza, juntamente, com a água de chuva para as canaletas conforme mostra a Figura 9;
- A água das canaletas segue para a caixa de gradeamento, onde ficam retidos os sólidos grosseiros;
- A seguir, a água passa pelo filtro de areia onde são retidos os sólidos em suspensão;
- A água, continuamente, flui para o sistema SAO (separação de água-óleo) onde é retida grande parte da borra oleosa que se forma na interação entre a água-óleo. No SAO, os efluentes que chegam em regime turbulento, são encaminhados dentro da caixa separadora ao regime laminar onde com velocidade de escoamento menor e com um tempo de retenção superior a 30 minutos, proporciona separação da água da maioria dos produtos oleosos.



Figura 9 – Vista das canaletas para recuperação da água

- Objetivando reter as partículas oleosas com diâmetro mínimo de 10  $\mu\text{m}$  são utilizadas placas coalescentes constituídas por um feixe de placas de PVC (Poli Cloreto de Vinila) inclinadas a um ângulo de  $60^\circ$ , para obtenção de efluente com teor máximo de 20 ppm de OG (Óleos e Graxas).
- A água, praticamente, sem óleo flui para o tanque pulmão (reúso) onde é bombeada para o castelo d'água.
- A água circulada, bem como, a água de reposição (do poço artesiano) é clorada para atingir os valores recomendados para desinfecção;
- O descarte da água de reúso só ocorre quando os odores e o aumento de microorganismos chegam ao ponto de saturação que desaconselham o seu uso. Dessa forma, a água de reúso é descartada para a estação de tratamento de esgotos.
- Quando a água é descartada ou por qualquer motivo há perda de volume no castelo a água de reposição do poço entra automaticamente.
- A borra oleosa retida no SAO é removida por um caminhão credenciado pelo órgão ambiental.
- A água é usada no sistema é monitorada por laboratório onde são feitas análises físico-químicas (pH, turbidez, cloreto, ferro total, alcalinidade, sódio, sólidos totais, condutividade e cloro residual) e análise bacteriológicas (Coliformes Totais, Escheria Coli).
- As análises da água mostram a necessidade de uma preocupação constante com a qualidade da água, principalmente, em relação a possibilidade de contaminações de caráter microbiológico, especialmente, nas contaminações por coliformes fecais e *escherichia coli*.

- Além disso, é fundamental que os teores de cloro residual sejam condizentes com os processos de desinfecção, portanto, os teores devem estar entre 0,2 a 0,5 mg de Cl<sub>2</sub>/L.
- A tabela I apresenta o número de treinandos e o consumo anual de água mostrando que o consumo é grande, entretanto, seria muito maior se toda água usada não fosse reusada. Estima-se, por ano, que o volume gasto de água bruta em outras unidades onde não é utilizado o sistema de reúso é da ordem de 100 a 300 vezes maior, ou seja, é um desperdício sem nenhuma necessidade.

Tabela 1 – Consumo de água nas operações de treinamento

Ano	Treinandos	Consumo de água(m <sup>3</sup> )
2006	1.716	40
2007	7.423	120
2008	6.912	120
2009	5.527	120

#### 4. CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado em Centro de Treinamento de Combate a Incêndios conclui-se que:

- A água de reúso é uma rota importante que deve ser usada nos diversos segmentos urbanos ou industriais, entretanto, seu uso deve estar atrelado aos critérios baseados nos princípios da precaução e no monitoramento contínuo de contaminações sejam por micropoluentes orgânicos tóxicos, microorganismos patogênicos e metais pesados tóxicos;
- A escassez de água, principalmente, nos grandes centros leva a utilização consciente do reúso de água sejam provenientes de esgotos sanitários ou de efluentes industriais;
- O reúso da água, consciente e coerente, é uma diretriz que deve ser construída nos projetos industriais;
- O reúso de água utilizada no Centro de Treinamento de Combate a Incêndios é uma opção tecnológica criativa e simples, pois reduz o descarte de água usada e não utiliza água proveniente de mananciais naturais protegidos por leis ambientais.

#### 5. REFERÊNCIAS

**ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:** São Paulo, 1992.

**ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS** NBR 14277:05, Instalações e equipamentos para treinamento de combate a incêndio, Rio de Janeiro, 2005

**BARON, J. S.** et al.. *Meeting Ecological and Social Needs for Freshwater*, Ecol. Appl., 12, 5, (2006), 1247–1260.

**BRAGA, B.** et al, *Introdução à Engenharia Ambiental – o desafio do desenvolvimento sustentável*, São Paulo: Pearson, Prentice Hall, 2007.

**DPC - DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS, MARINHA DO BRASIL**, NORMAN – 24 (1ª revisão), Credenciamento de Instituições para Ministrarem Cursos para Profissionais Não-Tripulantes e Tripulantes Não-Aquaviários, Portaria nº 129, 30 de setembro de 2009, 2009

**HESPANHOL, I**, Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, nº: 4, out./dez., 2002, 75-95.

**MACHADO, C. J. S.** A importância do reúso de água doce para a política nacional de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail>, Acesso em 23/05/2010.

**MAINIER, F. B.** ,Tecnologias Limpas: um direito da sociedade. Anais: XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 99, Natal, Rio Grande do Norte, Organizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, ABENGE, 12/15 setembro, 1999a, 7p.

**MAINIER, F. B.** Uma visão crítica das rotas industriais de fabricação de produtos químicos utilizados nos tratamentos de água. Anais: 4º Congresso de Equipamento e Automação da Indústria Química, Associação Brasileira da Indústria Química (ABQUIM), 4/7 de maio, São Paulo, 1999b, 9p.

**MIERZWA, J. C. , HESPANHOL, I**, Reúso de efluente doméstico na agricultura e a contaminação ambiental por vírus entéricos humanos, *Biológico*, São Paulo, v. 65, nº: 1/2, jan./dez., (2003), 19-21.

**REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G.** Águas Doces no Brasil - Capital ecológico, uso e conservação/ organizadores, São Paulo: Escrituras Editora, 2006.