

## **ESTUDO DE VIABILIDADE DE REÚSO DE EFLUENTES COM MISTURA DE ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO EM TORRES DE RESFRIAMENTO**

Study to determine if treated wastewater mixed with water from public supply  
can be used as make-up water for cooling towers

**LUZ, Tiago Ferreira**

**BORGARELLI, Isabelle**

**TOSCANO, Leandro**

Alunos da Faculdade de Jaguariúna

**CAPELLETO, Marcelo Capasciuti**

**VALENTE, Angela Maria Montes Peral**

Professores da Faculdade Jaguariúna (Orientadores)

### **Resumo**

A inserção da variável ambiental na fonte para tomada de decisão da sociedade moderna obrigou as empresas a reverem seus conceitos de gestão dos recursos ambientais e a buscarem práticas sustentáveis em suas operações. Uma prática difundida atualmente para conservação, em especial dos recursos hídricos, é o reúso de água residuária, reduzindo a extração de água em fontes naturais e os custos relacionados ao uso. Porém a atividade não deve ser praticada antes da realização de um estudo detalhado de conhecimento dos requisitos de qualidade da aplicação que receberá a água de reúso. O objetivo deste estudo é verificar a viabilidade de se reutilizar o efluente secundário da estação de tratamento de efluentes da empresa Delphi Automotive Systems em torres de resfriamento, porém sem que seja necessário aplicar técnicas avançadas ao mesmo para adequação de seus parâmetros. De posse das características funcionais da torre de resfriamento da empresa e da água residuária existente foi possível calcular por meio de um balanço de massa, utilizando os sólidos dissolvidos totais como contaminante a

ser diluído, que nenhuma porcentagem de mistura entre água residuária e água do sistema de abastecimento viabiliza o reúso pretendido.

**Palavras-chave:** Água - Reúso. Efluentes. Torres de Resfriamento.

### **Abstract**

The integration of the environmental variable in the source for decision making in modern society has forced companies to revise their concepts of environmental resources management and to seek conservation practices in their operations. Currently a widespread practice for conservation, in this case for water resources, is the reuse of wastewater, reducing the extraction of water from natural sources and the costs related to its use. But the activity must not be committed prior to the completion of a detailed study to understand the quality requirements required by the application that will receive the reused water. The objective of this study is to determine if the secondary wastewater generated at Delphi Automotive Systems can be reused in cooling towers, but without having to apply advanced techniques for adjusting its quality parameters. By knowing the functional characteristics of the company's cooling tower and the existing wastewater it was possible calculate through a mass balance, using the total dissolved solids as the contaminant to be diluted, that no percentage of mixture of water from public supply and wastewater would allow the desired reuse.

**Keywords:** Water - Reuse. Wastewater. Cooling Tower.

### **Introdução**

Sociedade que se torna mais conscientizada e crítica, exigindo das empresas um posicionamento sócio-ambiental responsável; mercado que

impõe exigências ambientais para compra e venda de produtos, como por exemplo, a adoção de certificação ISO 14001; e governo que determina novas políticas de gestão para uso dos recursos naturais. Este é o cenário que as empresas estão expostas nesta nova ordem de preocupações globais, por todos os lados elas sofrem pressão para alcançarem a sustentabilidade em suas operações. A justificativa para esta pressão está ligada ao momento atual de mudança de paradigmas, onde o meio ambiente se tornou variável relevante para tomada de decisão dos três setores citados no início.

A situação mais preocupante por parte destes, por toda sua representatividade, seja para a sobrevivência dos seres vivos, ou por seu uso em atividades antrópicas, é a disponibilidade de água, em qualidade e quantidade suficiente para atender aos múltiplos usos, ver quadro 1, existentes para este recurso.

**Quadro 1 - Usos para água divididos entre consuntivo (redução do volume) e não consuntivo (não reduz diretamente o volume hídrico).**

CONSULTIVO	NÃO CONSULTIVO
Consumo humano	Geração de energia
Uso industrial	Transporte
Irrigação	Preservação da fauna e da flora
Aqüicultura	Paisagismo
Dessedentação de animais*	Assimilação e transporte de efluentes

Fonte - Moran, Morgan e Wiersma (1985) *apud* Hespanhol e Mierzwa (2005, p.12)

\*Adicionado pelo autor

A preocupação com este recurso se justifica por sua distribuição irregular e por sua baixa disponibilidade, “estamos sujeitos ao paradoxo de vivermos num planeta com 70,8% de sua superfície coberta de água e termos disponíveis para consumo apenas 0,3% dos escassos 2,2% de água doce

existente” (ANA, 2007, p.8). Outro problema relacionado à água é conciliar sua demanda crescente, alavancada pelo crescimento econômico e populacional, com sua disponibilidade fixa, para este contexto é válido utilizar o conceito de **disponibilidade específica de água** (DEA) como ferramenta para gestão espacial e temporal do recurso.

O DEA é o índice utilizado para calcular a relação entre a disponibilidade e a demanda de recursos hídricos de uma determinada região.

*“As experiências de gestão têm mostrado que valores de DEA superiores a 1.700, m<sup>3</sup>/hab.ano correspondem a situações de suficiência hídrica, valores menores do que 1.700 correspondem a situações de alerta de escassez hídrica, e que valores inferiores a 1.000 refletem condições de escassez crônica de água”. (HESPANHOL, 2008, p.2)*

No Brasil apesar de termos disponíveis 12% do volume hídrico mundial não estamos exatamente livres de conflitos devido à escassez de água, pois este montante tem distribuição geográfica irregular. Quando reduzimos o foco para certas regiões brasileiras podemos verificar como existem áreas no país longe de terem segurança no fornecimento de água.

Utilizando as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs)<sup>7</sup> do estado de São Paulo como referência podemos observar que na bacia dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí (PCJ), região de Campinas, o DEA é de 1.086 m<sup>3</sup>/hab.ano, na bacia do Alto Tietê, onde se encontra a cidade de São Paulo, este índice é de apenas 139,4 m<sup>3</sup>/hab.ano. Os dois índices estão abaixo de 1.700 m<sup>3</sup>/hab.ano, piso estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) para se considerar uma área em estresse hídrico (ANA, 2007), e estão abaixo do índice de Pernambuco, o estado com a menor disponibilidade de água do Brasil, onde o DEA é de 1.320 m<sup>3</sup>/hab.ano (NEVES, 2003).

Além da questão emergencial ligada a escassez, as empresas estão expostas a perder competitividade caso tenham que incluir o custo para uso do recurso no valor final do produto, seja ele oriundo da "compra" do sistema

---

<sup>7</sup> Todos os DEAs das UGRHs disponibilizados neste estudo foram calculados utilizando dados populacionais do censo realizado pelo IBGE em 2010.

público de fornecimento ou por meio do pagamento de outorga para captação direta do recurso, cobrança instituída pela lei federal nº 9433/97<sup>8</sup>, e já em vigor nas bacias do PCJ e do vale do rio Paraíba do Sul, (ANA, 2007).

Uma solução para contribuir com a conservação dos recursos hídricos e reduzir custos com pagamentos pelo direito do uso é o reuso de água residuária industrial. Nesse processo o efluente, tratado ou não, atendendo aos parâmetros qualitativos e quantitativos requeridos pela aplicação de interesse pode ser reutilizado pela empresa para reduzir sua demanda de água comprada. Esta prática demonstra um grande potencial para conservação dos recursos hídricos, em 2015, como mostrado pela tabela 1, praticando o reuso haverá redução de 80% no consumo de água na indústria.

**Tabela 1 – Projeção para redução do consumo de água através do reuso**

Setor	2015 (km <sup>3</sup> /ano)	
	Sem reuso	Com reuso
Doméstico	890	-
Industrial	4100	1145
Agricultura	5850	-

Fonte: Adaptado de Tundisi (2010)

A dificuldade em se implantar um programa de reuso em indústrias está condicionada à característica da água desejável pelas aplicações industriais, para que estas não tenham sua conservação e eficiência prejudicada é necessário garantir um processo de reuso equilibrado e estável ao longo do tempo. Um efeito prejudicial afetaria o processo produtivo industrial, gerando prejuízos econômicos e comprometendo a credibilidade das iniciativas pró meio ambiente, a prática de reuso deve ser encarada como algo positivo, porém não deve ser realizada de forma inconseqüente.

<sup>8</sup> Mais detalhes sobre esta lei podem ser encontrados na subseção 2.4.

Mancuso e Santos (2003) indicam que para reutilizar efluentes de origem sanitária em torres de resfriamento são necessários tratamentos terciários para remoção dos contaminantes de interesse, portanto esta evidenciado pela literatura que o reuso direto de efluentes tratados é inviável, contudo, seria possível diluir este efluente em outra água com concentrações menores de contaminantes e desta forma poder reutilizar certa parcela do efluente disponível? Esta é a pergunta norteadora deste estudo e como objetivo este pretende determinar qual parcela de efluente resultantes da estação de tratamento de efluentes (ETE) da empresa Delphi Automotive Systems pode ser combinada com a água do sistema de abastecimento para resultar em uma água de reposição com qualidade aceitável pelas torres de resfriamento e assim proporcionar benefícios ambientais e econômicos a empresa.

## **Materiais e Métodos**

### **Localização do Projeto Estudado**

A Delphi Automotive Systems, empresa multinacional do ramo automotivo, opera negócios através de várias subsidiárias em 41 países pelo mundo, sua sede global está em Troy nos Estados Unidos. Globalmente a companhia opera 171 fábricas próprias, 42 joint ventures e 34 centros técnicos em 41 países, empregando aproximadamente 186 mil funcionários.

A unidade de Jambeiro da Delphi Automotive Systems é integrante da divisão “Electrical/Electrical Architecture”, esta unidade produz os conectores utilizados pelos chicotes elétricos produzidos por outras unidades da Delphi Brasil. Em Jambeiro são empregados mais de 600 funcionários e a unidade ocupa aproximadamente uma área total de 73.000 m<sup>2</sup>, sendo 18.000 m<sup>2</sup> de área construída<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Dados existentes na Licença de Operação da empresa.

Jambeiro é uma cidade paulista que se localiza na bacia do Rio Paraíba do Sul, UGHRI com DEA entorno de 3.400 m<sup>3</sup>/hab.ano, portanto, segundo o índice da ONU, possui água em níveis suficientes para atender a demanda mínima da população local, o que não significa que práticas conservacionistas não devem ser prioridades, pelo contrário, como foi apresentado na introdução o DEA é mutável e diminui com o crescimento populacional e econômico, portanto o reúso para esta região é uma alternativa para a gestão estratégica que objetiva manter a disponibilidade hídrica em níveis confortáveis ao longo do tempo.

### Estação de Tratamentos de Efluente

A estação de tratamento de efluentes sanitários da Delphi Jambeiro utiliza o sistema de lodos ativados híbrido MBBR (Moving Bed Bio Reactor). “Tal tecnologia (...) emprega o conceito de biofilme aderido em pequenos elementos plásticos dispostos no interior de reatores providos de sólidos em suspensão, mantidos em constante circulação e suspensos no reator.” (REVISTA TAE, 2011, p.40). As etapas do tratamento realizado pela ETE podem ser observadas pela figura 2.

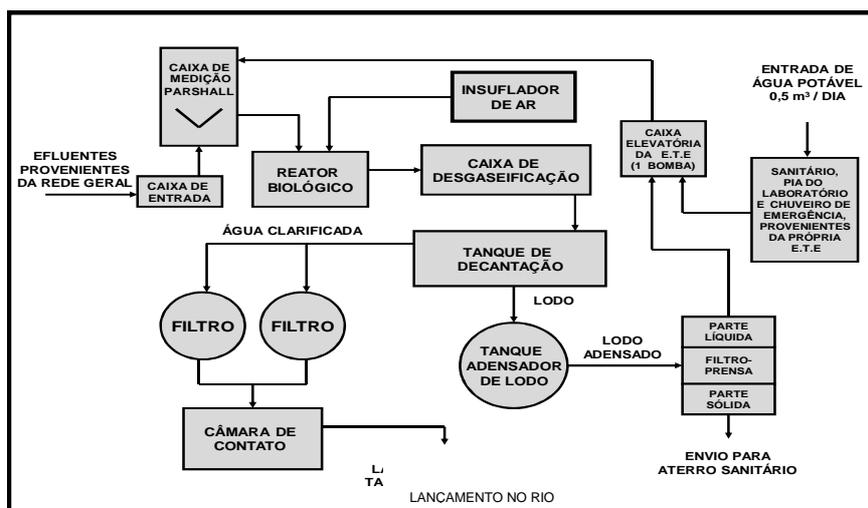


Figura 2 – Representação esquemática da ETE de Jambeiro

O último relatório da Active Engenharia, empresa que opera a estação, indicou que foram tratados em média 40m<sup>3</sup>/dia de efluente. O efluente devidamente tratado para atender aos parâmetros definidos pelo art. 18 do decreto nº 8468, lei ambiental paulista de 1976, é descartado no ribeirão do Pantanhão, localizado a 200 m da propriedade. Para uso do recurso hídrico como meio transportador de seus efluentes a unidade possui outorga do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), nº 9602002.

### Torres de Resfriamento

Na empresa existem duas torres de resfriamento por aspiração do ar em contracorrente com a descarga da água de recirculação, modelo 100/4-A19 de fabricação da empresa Alpina Equipamentos Industriais. A vazão do sistema é de 200 m<sup>3</sup>/h e a temperatura pós evaporação sofre uma queda de 4º C.

Para calcular a vazão da purga e da água de reposição será utilizada a fórmula seguinte (01), o valor do ciclo de concentração dado pela variável “N” foi calculado a partir dos dados da tabela 3, que indica que a concentração de sólidos dissolvidos totais (SDT) na água de recirculação (dentro do sistema de resfriamento) é 4,3 vezes maior do que a da água de reposição, este número foi aproximado para 5 para realização dos cálculos, pois ainda estaria dentro dos limites máximos de concentração de SDT indicado pela literatura.

$$\text{Purga} = \frac{0,185 \cdot \Delta t}{N-1} - 0,08 \quad (01)$$

Substituindo os valores de N e Δt na fórmula acima obtem-se a porcentagem da água que recircula que deve ser purgada, para um ciclo de concentração igual a 5 tem-se uma porcentagem de 0,105%, como a vazão do sistema de resfriamento é de 200 m<sup>3</sup>/h, a purga da torre é de 0,21 m<sup>3</sup>/h ou 5 m<sup>3</sup>/dia.

Já a vazão de reposição é calculada somando todas as perdas do sistema semi aberto de resfriamento, ou seja: purga, evaporação e arraste. Utilizando os índices indicado na subseção 2.5 para cada perda, a vazão de reposição é de aproximadamente  $2,09 \text{ m}^3/\text{h}$  ou  $50 \text{ m}^3/\text{dia}$ .

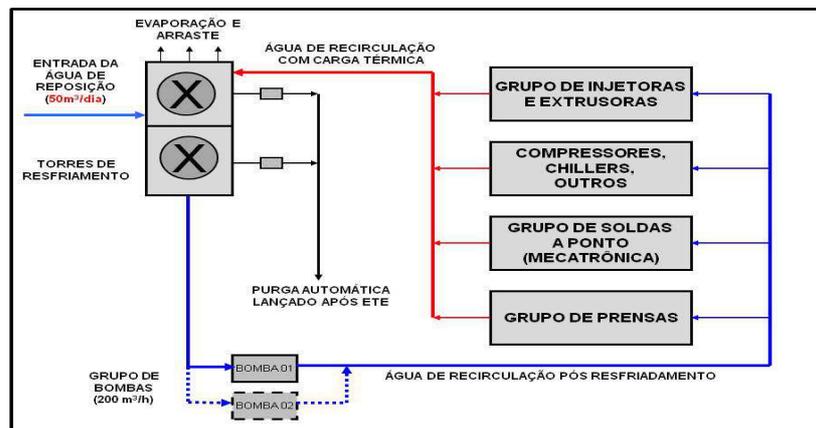


Figura 3 – Representação esquemática do sistema de resfriamento da unidade.

### Comparação entre a Água Existente e a Água Desejada

A fonte atual da água de reposição das torres de resfriamento provém do sistema de abastecimento externo e suas características estão disponíveis, juntamente com os parâmetros do efluente tratado pela ETE, na tabela 3.

Quantitativamente a demanda total de uma única torre não seria suprida pela água de reúso existente, pois a demanda de cada uma é de  $50 \text{ m}^3$  enquanto a ETE dispõe por dia aproximadamente  $40 \text{ m}^3$  de efluentes tratados, em uma situação hipotética de reúso total seria necessário manter o abastecimento público para suprir 20% do abastecimento de uma torre, enquanto a outra deve manter 100% de seu abastecimento fornecido pelo sistema público. Como a proposta deste estudo é o reúso de efluentes com mistura do sistema de abastecimento para diluição dos contaminantes, seria recomendada a divisão dos efluentes entre as duas torres, promovendo maior diluição do mesmo.

Quanto à qualidade do efluente, durante o tempo disponível para realização deste estudo não foi possível caracterizá-lo de acordo com os parâmetros indicados pela literatura, contudo será possível determinar a maioria destes utilizando-se de duas fontes distintas disponíveis nos arquivos da empresa. A primeira fonte são os laudos mensais da análise dos efluentes da unidade que são realizadas pelo programa de auto-monitoramento ambiental e a segunda provém do setor de manutenção predial da unidade, o mesmo realizou em agosto de 2010 testes para determinar a viabilidade da prática do reúso, porém os parâmetros considerados não foram os mesmos apresentados pela literatura.

A tabela 3 apresenta uma compilação dos resultados obtidos por estas duas fontes e os comparam com os valores limites fornecidos pela literatura. Como nenhuma das duas fontes mensurou as concentrações dos sólidos dissolvidos totais, parâmetro indicado pela literatura para se planejar um sistema de reúso, foi utilizado um segundo método para obtê-lo, com os valores de condutividade elétrica (CE) disponíveis nos arquivos da unidade foi utilizada a fórmula indicada por Mancuso e Santos (2003) para se estimar a concentração de SDT quando se dispõe da CE:

$$SDT = CE/1,56 (02)$$

**Tabela 3 – Comparativo entre os parâmetros da literatura e os existentes no efluente da ETE, na água do abastecimento público e na torre de resfriamento.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Água de Resfriamento**</b>	<b>Água de Reúso***</b>	<b>Abastecimento Público***</b>	<b>Água da Torre***</b>
Cloretos	500	220	20	50
Sólidos Dissolvidos Totais	500	476*	102*	438*
Dureza	650	200	71	270
Alcalinidade	350	50	70	290

pH (un)	6,9 a 9,0	6,9	8	8,8
DQO	75	18	ND	ND
Sólidos Suspensos Totais	100	5,8	ND	ND
Turbidez (UT)	50	ND	ND	ND
DBO	25	10	ND	ND
Compostos Orgânicos	1	ND	ND	ND
Nitrogênio Amoniacal	1	0,89	ND	ND
Fosfato	4	ND	ND	ND
Sílica	50	12,5	25	51
Alumínio	0	ND	ND	ND
Cálcio	50	ND	ND	ND
Magnésio	1	ND	ND	ND
Bicarbonato	24	ND	ND	ND
Sulfato	200	ND	ND	ND
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	-	742	160	683
Ferro Total	-	0,05	0,01	0,05
Bactérias Heterotróficas (UFC)	-	5.700	980	2.016

\* valores estimados pela correlação entre condutividade e SDT

\*\* dados da literatura

\*\*\* dados de campo

Todos os valores dados em (mg/l) as exceções estão indicadas na frente do próprio parâmetro

## Resultados e Discussões

Os dados do campo indicam que a água residuária proveniente da estação de tratamento possui como era esperado, concentrações maiores de SDT que a água do sistema público de abastecimento, indicando que o reuso direto de efluentes tratados não é possível, como já indicado pela literatura.

Como o objetivo deste estudo é avaliar a prática de reuso de efluentes tratados sem adoção de um tratamento terciário, o método existente para manter a concentração dos poluentes de interesse a níveis seguros para a torre de resfriamento seria a mistura de efluentes com água do abastecimento público, método alvo deste estudo de viabilidade, contudo este sistema se mostrou inviável, pois a concentração de SDT do efluente disponível para reúso é quase 5 vezes maior do que a concentração da água atual de reposição.

Com uma concentração de SDT 21 mg/l maior que a existente atualmente na água de reposição seria necessário reduzir o ciclo de concentração para quatro, com este novo ciclo a purga recalculada atingiria 8 m<sup>3</sup>/dia, e por conseqüência a água de reposição deveria ser de 53 m<sup>3</sup>/dia, ou seja, aumento de 3 m<sup>3</sup>/dia no consumo, porém para manter a nova concentração de aproximadamente 125 mg/l de SDT na água de reposição, utilizando-se do balanço de massa indicado por Mierzwa e Hespanhol (2005), fórmula (03) a parcela de água de reúso deveria ser de apenas 5% dos 53 m<sup>3</sup>/dia, ou seja, 2,63 m<sup>3</sup>/dia, no final haveria aumento do consumo de água devido a nova concentração de poluentes. A tabela 4 a seguir apresenta as concentrações resultantes para cada porcentagem de efluentes.

$$C_{\text{total}} = C_{\text{rua}} + \% \text{efl.} \cdot (C_{\text{efl}} - C_{\text{rua}}) \quad (3)$$

**Tabela 4 – Concentração total de SDT para diferentes porcentagens de efluente.**

%efluente	Q rua* (m <sup>3</sup> /dia)	Q Efluente (m <sup>3</sup> /dia)	C total (mg/l)
0	53	0	102
1	52,47	0,53	106
3	51,41	1,59	114
5	50,35	2,65	123
8	48,76	4,24	135
10	47,7	5,3	144

\* “Rua” indica que a água é de origem do sistema público de abastecimento

É importante citar que o parâmetro nitrogênio amoniacal, indicado como causador de corrosão, está abaixo do limite indicado, resultado incomum para tratamentos convencionais, porém já esperado no sistema MBBR.

### Considerações Finais

O presente trabalho concluiu que o reuso **macro-interno de efluentes com mistura de água do sistema abastecimento para fins industriais não potáveis em torres de resfriamento** não é viável para se promover a conservação dos recursos hídricos, o efluente pós-tratamento secundário tradicional não é adequado para o reuso pretendido e nem mesmo a mistura com água fornecida pelo sistema público resultou em parâmetros satisfatórios.

Para atender ao padrão de qualidade desejado pela torre será necessário utilizar na Delphi, unidade de Jambeiro, um método para tratamento adicional ao realizado pela ETE. Um dispositivo muito discutido atualmente para redução de sólidos dissolvidos é a membrana de osmose reversa que tem capacidade para rejeitar 95% destes contaminantes. Com esta eficiência seria possível reutilizar 100% da água disponível nas torres de resfriamento da

empresa, gerando uma redução do consumo de 1.200 m<sup>3</sup> de recursos hídricos, um custo de aproximadamente R\$8400,00 pagos ao abastecimento público e pela retificação da outorga de direito de uso de R\$ 348,50.

É importante salientar que o reúso deve vir acompanhado de um programa completo de conservação dos recursos hídricos, assim como determinam os já consagrados 3 Rs para resíduos sólidos, a gestão estratégica dos recursos hídricos deve ser pautada no uso de medidas para redução do consumo na fonte em detrimento a ações de fim-de-tubo.

### Referências Bibliográficas

ANA. **Geo Brasil:** Recursos hídricos. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

CORTINOVIS, Giorgia Francine; SONG, Tah Wun. **Funcionamento de uma Torre de Resfriamento de Água.** Disponível em: <<http://www.hottopos.com/regeq14/>>. Acesso em: 03 out. 2010.

DAEE. **Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004 - 2007.** Disponível em: <[http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=107%3Aplanos-estaduais-de-recursos-hidricos&catid=53%3Aestudo&Itemid=55](http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=107%3Aplanos-estaduais-de-recursos-hidricos&catid=53%3Aestudo&Itemid=55)>. Acesso em: 10 maio 2011.

FACULDADE DE JAGUARIÚNA. **Manual para elaboração de artigos científicos.** Jaguariúna, 2009.

HESPANHOL, Ivanildo. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos.** Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-40142008000200009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-40142008000200009&script=sci_arttext)>. Acesso em: 05 mar. 2011.

HESPANHOL, Ivanildo; GONÇALVES, Orestes Marracini. (Coord.), **Conservação e Reúso de Água – Manual de Orientações para o setor industrial – Volume 1.** Organização FIESP/CIESP. São Paulo, 2004.

IBGE. Censo 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default\\_uf.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_uf.shtm)>. Acesso em: 10 maio 2011.

ICWE. **The Dublin Statement on Water and Sustainable Development.** Disponível em: <<http://www.gdrc.org/uem/water/dublin-statement.html>>. Acesso em: 02 maio 2011.

JUNIOR, Airton Oenning; PAWLOWSKY, Urivald. **Avaliação de tecnologias avançadas para o reúso de água em indústria metal-mecânica.** Disponível em: <<http://www.dcm.puc-rio.br/cursos/TEI>>. Acesso em: 02 abr. 2011.

MACHADO, Irineu Afonso et al. **Análise da nitrificação biológica em processos de lodos ativados com aeração prolongada realizada visando o reúso de água para “make up” em torres de resfriamento.** Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/>>. Acesso em: 02 set. 2010.

MANCUSO, PEDRO CAETANO SANCHES; SANTOS, HILTON FELÍCIO DOS (ED.). **REÚSO DE ÁGUA.** SÃO PAULO: MANOLE, 2003.

MIEZWA, JOSÉ CARLOS; HESPANHOL, IVANILDO. **ÁGUA NA INDÚSTRIA: USO RACIONAL E REÚSO.** SÃO PAULO: OFICINA DE TEXTOS, 2005.

MIEZWA, José Carlos. **O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes nas indústrias – estudo de caso da KODAK Brasileira.** Tese de Doutorado – EPUSP, Universidade de São Paulo, 2002.

NEVES, Rômulo. **SP TEM MENOS ÁGUA DISPONÍVEL DO QUE O NE.** Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/fsp14072003.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2010.

REÚSO de Água Disponível em: <[http://www.enge.com.br/reuso\\_agua.htm](http://www.enge.com.br/reuso_agua.htm)>. Acesso em: 05 fev. 2011.

REVISTA TAE (Ed.). MBBR - **Opção promissora no tratamento de esgotos.** Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/revistaPaginada/issue1/>>. Acesso em: 05 jun. 2011.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos Hídricos.** Disponível em: <<http://www.multiciencia.unicamp.br/art03.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2010.

UFSC. **Mecanismo online para referências.** Disponível em: <<http://www.rexlab.ufsc.br:8080/more/index.jsp>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

## Contato

Angela Maria Montes Peral Valente

[engambiental@faj.br](mailto:engambiental@faj.br)