

**Reúso de Efluentes Tratados para Fins de Operação de Torres de Resfriamento****Reuse of Treated Wastewater for Cooling Tower Purposes**

DOI:10.34115/basrv4n4-032

Recebimento dos originais: 03/07/2020

Aceitação para publicação: 05/08/2020

**Daniela Moraes da Costa**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Tucuruí

Instituição: IFPA

Endereço: Av Gov Aloisio Chaves, 127, Nova Tucuruí, Tucuruí - PA

E-mail: danielamoraes@gmail.com

**Jhully Laiane Souza da Silva**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Tucuruí

Instituição: IFPA

Endereço: Ala 5, Quadra 13, Número 71, Tucuruí - PA

E-mail: jhullylaianes@gmail.com

**Monique Sandra Oliveira Dias Barreto**

Mestre em Engenharia Civil /Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal do Pará

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará e Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Instituição: UFPA e IFPA

Endereço: Rua Chile. Vila Permanente, Tucuruí - PA

E-mail: diasmonique@gmail.com

**Gilberto Caldeira Barreto**

Doutorando em Engenharia dos Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará

Mestre em Engenharia Civil /Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal do Pará

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará e Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Instituição: UFPA e IFPA

Endereço: Rua Chile, Vila Permanente, Tucuruí - PA

E-mail: gilbertocbarreto@gmail.com

**RESUMO**

A busca pela redução do consumo de água é uma das principais metas das indústrias que dependem de grandes volumes desse recurso natural em seu processo produtivo como, por exemplo, no uso em torres de resfriamento. Em contrapartida, a prática de reúso de água torna-se ferramenta na gestão hídrica, além de requerer à adoção de novas tecnologias e estratégias alternativas para a otimização desse recurso natural. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi evidenciar a prática de reúso de efluente tratado para

fim de reposição em resfriamento de torres. Para isso, foi realizado levantamento teórico a respeito do tema reúso de águas e sistemas de resfriamento.

**Palavras-chave:** Reuso, Efluente Tratado, Torres de Resfriamento.

## **ABSTRACT**

The quest for reducing water consumption is one of the main goals of industries that depend on large volumes of this natural resource in their production process, such as in cooling tower use. On the other hand, the practice of water reuse becomes a tool in water management, besides requiring the adoption of new technologies and alternative strategies to optimize this natural resource. Thus, the objective of this study was to demonstrate the practice of reuse of treated effluent for replacement in tower cooling. For this, a theoretical survey was made regarding the theme of water reuse and cooling systems.

**Keywords:** Reuse, Treated effluent, Cooling towers.

## **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil detém 77% do manancial de água doce da América do Sul e 11,6% da reserva do mundo. Esses números mostram que este é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água. No entanto, sua distribuição não é uniforme em todo o território nacional, pois 70% desse total estão localizadas na Região Amazônica (CONFEA, 2015).

Neste sentido, o reúso de água surge como uma alternativa interessante, tanto no sentido de minimizar sua utilização como no de reduzir a carga poluente. Além disso, com a implementação dos mecanismos de outorga e cobrança pela utilização dos recursos hídricos no Brasil (BRASIL, 1997), o reúso de efluentes nas indústrias passou a ser sinônimo de ganhos econômicos diretos, além de ser responsável por uma melhoria na imagem das empresas (MIERZWA & HESPANHOL, 2005).

Nascimento (2004) ressalta que, as indústrias, de modo geral, têm buscado eliminar o desperdício, avaliando e desenvolvendo tecnologias que racionalizem o consumo de água. Para Morelli (2005), o crescente consumo de água tem feito do reúso planejado uma necessidade primordial. Essa Prática deve ser considerada parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional da água, o qual inclui também, o controle de perdas, redução do consumo de água e a minimização da geração de efluentes.

O reúso de efluente industrial já ocorre em vários lugares, através da aplicação em sistema de produção de água quente ou vapor, alimentação de caldeiras, resfriamento, água de processos sanitários, lavagem de tanques e de peças, lavagem de gases e chaminés (TELLES; COSTA, 2007).

Uma das alternativas para o reúso industrial é o uso de efluentes tratados como água de reposição em torres de resfriamento. Os sistemas de tratamento para reúso em unidades de resfriamento semiabertos são relativamente simples. Este tipo de reúso é relativamente fácil e praticado em muitos

locais nos EUA; os Estados da Califórnia, Arizona, Texas, Flórida e Nevada possuem as maiores unidades industriais que utilizam água de reúso (METCALF e EDDY, 1991; EPA, 2004).

Os sistemas de resfriamento constituem a maior demanda de água da indústria e geralmente não requerem água de alta qualidade. Os sistemas de reúso utilizam técnicas tradicionais de tratamento de água e tecnologias mais avançadas, em arranjos variados, que dependem das qualidades do efluente a ser tratado e da qualidade desejada para o reúso (CARVALHO e MACHADO, 2010).

A adoção da estratégia de reúso industrial da água no Brasil vem ganhando força principalmente devido à cobrança pelo uso da água e seus efluentes lançados e pelo comprometimento socioambiental através do uso racional para o controle de perdas e desperdícios da água.

Nesse sentido, tem-se observado uma proliferação de pesquisas e relatos apontando para as iniciativas bem-sucedidas de reúso da água no setor industrial (WEBER *et al* 2010; BORDONALLI, MENDES, 2009; BONA *et al.*, 2008), onde no Brasil são utilizados os padrões de qualidade definidos nas normas regulatórias para a hipótese do reúso como forma de utilização racional e de preservação ambiental.

Face ao contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo geral o estudo do reuso de efluentes de estação de tratamento de esgotos como alternativa para operação em sistemas de resfriamento.

## **2 REVISÃO E DISCUSSÃO**

A Política Nacional de Recursos Hídricos hierarquiza os usos predominantes da água em território brasileiro, dentre os quais o abastecimento público possui a maior importância. Para Hespanhol e Gonçalves (2004), é de fundamental relevância o desenvolvimento de tecnologias e estratégias alternativas que visem racionalizar a utilização dos recursos hídricos. Bernardi (2003) ressalta que por meio do reúso da água, sob o ponto de vista estritamente econômico, que esse mecanismo é a melhor resposta que a sociedade pode oferecer no momento para a questão da escassez da água.

Por estas razões o conceito de substituição de fontes, segundo Hespanhol (2003), surge como uma opção adequada para o atendimento das demandas que não necessitam de água potável. Assim sendo, é possível substituir as fontes de água em aplicações menos exigentes.

Legner (2013) afirma que o uso de águas residuárias contribui para a geração e redução de custos incentivando o uso racional da água. Principalmente por preservar água potável com vistas ao atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como para o abastecimento humano, além de reduzir o volume de esgoto descartado.

Água de reúso, segundo o artigo 2º da Resolução CNRH nº 54/2005, é qualquer água residuária dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas. Tal qual pode ser

recuperada e reusada para diversos fins benéficos. Sendo que conforme sua qualidade e o objeto específico do reúso são estabelecidos níveis de tratamento, critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital e de operação e manutenção associados (HESPANHOL, 2008).

A prática de reúso de água é uma ação de impacto mundial, em virtude disso a WHO (1973) classifica os tipos de reúso em diferentes modalidades, conforme seus usos e finalidades como mostra o quadro 1.

Quadro 1: Formas de Reúso de Água.

<b>FORMAS DE REÚSO</b>	
<b>Reúso indireto</b>	Ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída.
<b>Reúso direto</b>	É o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável.
<b>Reúso potável direto</b>	Ocorre quando o esgoto recuperado, através de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.
<b>Reúso potável indireto</b>	O esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável.
<b>Reciclagem interna</b>	E o reúso da água internamente as instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição. É constituído por um sistema em ciclo fechado onde a reposição de água de outra fonte deve-se às perdas e ao consumo de água para manutenção dos processos e operações de tratamento.

Fonte: Adaptada de WHO, 1973.

Hespanhol (2002) classifica o reúso direto planejado para fins não potáveis, em modalidades de uso: agrícolas, industriais, recreacionais, domésticos, manutenção de vazões, aquicultura e recarga de aquíferos subterrâneos.

### 3 REÚSO NA INDÚSTRIA

De acordo com Hespanhol (2002), a prática do reúso de água em sistemas industriais pode ocorrer em atividade de refrigeração, alimentação de caldeiras, água de processamento, irrigação de áreas verdes e lavagens de pisos. Tal prática permite que um volume maior de água permaneça disponível para outros usos e, em certas condições, pode-se reduzir a poluição hídrica por meio da minimização da descarga de efluentes, além de possibilitar redução dos custos com captação e tratamento de águas e efluentes (FIESP, CIESP, ANA, 2004; HESPANHOL *et al.*, 2006).

Andrade (2014) acrescenta que o reúso industrial abrange processos, utilidades e operações e dentro desta concepção, muitas atividades industriais reutilizam água nas instalações de refrigeração como nas torres de resfriamento onde tais equipamentos consomem uma quantidade considerável de água.

#### 4 TORRES DE RESFRIAMENTO

As torres de resfriamento são equipamentos utilizados para o resfriamento de água industrial, que após passar por trocadores de calor necessitam de redução da temperatura para retornar ao processo (ZEN, 2013), por meio de sistemas. De acordo com Mancuso (2001) existem três tipos de sistemas de resfriamento por água: sistemas de circuito aberto, sistemas de circuito semiaberto e sistemas de circuito fechado, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Tipos de Sistemas de Resfriamento.

TIPOS DE SISTEMAS	
<b>Sistemas de Circuito Aberto</b>	Não há circulação de água, a água aquecida é descartada na mesma medida em que é substituída por água fria captada de um manancial.
<b>Sistemas de Circuito Semiaberto</b>	A água aquecida é reutilizada depois de ser resfriada nas torres de resfriamento ou sistemas evaporativos. Neste sistema há descarte de água aquecida para evitar o acúmulo de material indesejável na superfície de troca de calor.
<b>Sistemas de Circuito Fechado</b>	A água aquecida é reutilizada após ser resfriada em sistemas não evaporativos, nestes sistemas não apresentam perdas significativas de água.

Fonte: Adaptado de Mancuso, 2001.

A eficiência de uma torre de resfriamento está em torno de 85 a 95% e as perdas de água pelo arraste pairam entre 0,01 e 0,3% da vazão de recirculação (MANCUSO, 2001). De acordo com Mirre (2012), o bom desempenho das torres de resfriamento está relacionado a critérios de segurança operacional afetados pela concentração de substâncias presentes na água utilizada no processo. Os principais problemas observados nos sistemas de resfriamento são: incrustações, corrosões, crescimento microbológico e formação de espuma.

A aplicação de cada tipo de resfriamento dependerá de alguns condicionantes como: tipo de processo, temperatura da água, qualidade da água, disponibilidade de água, custo da água e limitações ambientais para descarte de efluente, entre outros (MACHADO, 2004). Além disso, cada sistema apresenta suas vantagens e desvantagem como mostra o quadro 3.

Quadro 3: Vantagens e desvantagem dos diferentes tipos de sistemas de resfriamento.

SISTEMAS	VANTAGENS	DESVANTAGEM
----------	-----------	-------------

<b>Sistemas Abertos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema não evaporativo;</li> <li>• Não tem contato com o fluido refrigerante;</li> <li>• Pouca perda de água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de um manancial próximo do empreendimento;</li> <li>• Necessidade de tratamento da corrosão e incrustação;</li> <li>• Poluição térmica;</li> </ul> <p>Necessidade de utilização de equipamentos e tubulações constituídos de materiais metálicos mais resistentes à corrosão e <i>fouling</i> biológico.</p>
<b>Sistemas de Circuito Semiaberto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilita um tratamento adequado contra corrosão, incrustações;</li> <li>• Permite tomar medidas como: clarificação da água de alimentação, uso econômico de inibidores de corrosão e agentes dispersantes e controle microbiológico rígido;</li> <li>• Utilização de equipamentos e tubulações constituídos de materiais mais baratos sem severas exigências de resistência à corrosão;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendado quando se requer grande vazão de água;</li> <li>• Necessidade de tratamento da água;</li> <li>• Grande concentração de sólidos dissolvidos;</li> <li>• Risco de corrosão e depósitos;</li> <li>• Propício ao crescimento microbiológico;</li> </ul>
<b>Sistemas Fechados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema não evaporativo;</li> <li>• Não tem contato com o fluido refrigerante;</li> <li>• O ciclo de concentração se mantém praticamente constante;</li> <li>• Pouca perda de água;</li> <li>• Pouca reposição de produtos químicos para tratamento da água;</li> <li>• Não necessita de purgas para ajustar as concentrações salinas e em consequência também;</li> <li>• Poucos problemas de depósitos e incrustações;</li> <li>• Inibição de processos de crescimento biológicos devido ao fato de não haver contato com o ar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos de pequena capacidade;</li> <li>• Presença da bactéria <i>nitrobacterwinogradsky</i> em alguns sistemas tratados à base de nitrito;</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Machado, 2004.

De acordo Hespanhol (2002), em sistemas de resfriamento há uma demanda de água não potável industrial de apenas 17% e considera uma grande vantagem, pois essa água requer uma qualidade inferior independentemente do tipo de indústria.

Sendo viável o reúso de efluente em sistemas aberto, pós tratamento por sistema de membranas osmose inversa, com a possibilidade de redução da captação de água superficial (CARVALHO e MACHADO, 2010). Em sistemas semiabertos o processo é relativamente simples, uma vez que o mesmo pode produzir efluentes capazes de evitar corrosão ou formação de depósitos, crescimento de microrganismos, formação excessiva de espuma de torres de resfriamento. Em sistemas fechados, o reúso integral é viável tecnicamente por ser uma alternativa de redução dos custos de produção e prática elencada como ação de desenvolvimento sustentável (VIEIRA, 2011).

## 5 ASPECTOS LEGAIS

Apesar da grande demanda de água utilizada no setor industrial e a importância do reúso da mesma, não existe uma legislação nacional que especifica os padrões de qualidade necessários para o segmento de reúso (TOMAZ, 2002; MACHADO, 2004 e ANDRADE, 2014). Sendo assim, Fink e Santos (2002) ressaltam que são utilizados os padrões de qualidade e definidos nas normas regulatórias brasileiras para a hipótese do reúso como forma de utilização racional e de preservação ambiental.

Referente às normas regulatórias nacionais vigentes, tem-se a Resolução N° 54 de 28 de novembro de 2005, pertencente ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, que regulamenta as modalidades, diretrizes e critérios a serem adotados quando do reúso direto não potável de água. Ao passo que o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações, elaborado pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 13.969/1997, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresentam padrões de qualidade necessários para alguns tipos de reúso de água não potáveis.

## 6 CONCLUSÃO

O reúso de efluente na operação de torres de resfriamento é uma sustentável, independente do sistema adotado. Porém, precisa ser uma prática planejada, uma vez que o tratamento do efluente deve estar alinhado a destinação do mesmo. E conseqüentemente, com a qualidade e concentração de substâncias que o resfriamento requer afim de prevenir ou reduzir os constantes problemas próprios das torres de resfriamento.

Além disso, o reúso para fins industriais, especificamente para o uso em torres de resfriamento, substitui fontes superficiais e subterrâneas de captação de água, ação está fundamental frente a escassez hídrica vivida a nível mundial.

Todavia, o reúso no Brasil está longe de ser uma prática comum, em função de obstáculos a serem superados como: a insuficiência de normas e legislação específica para o assunto, à ineficiência no tratamento do esgoto, má gestão dos usos múltiplos e integrados dos recursos hídricos e baixo investimento em estudos científicos que colaborem com disseminação dessa prática de produção mais limpa.

**REFERÊNCIAS**

ANDRADE, B.A.S. “Reuso de efluentes industriais gerados durante a produção de água purificada na Central de Tratamento de Água do Centro Tecnológico de Vacinas de Bio - Manguinhos/FIOCRUZ”. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia em Fármacos. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/xmlui/handle/icict/11626>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. “NBR 13.969”: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, Construção e Operação. Rio de Janeiro, 1997.

BERNADI, C.C. “Reuso de Água para Irrigação”. Monografia (Pós-Graduação) – ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL. Brasília: Distrito Federal, 2003. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/660947-Reuso-de-agua-para-irrigacao-cristina-costa-bernardi.html>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

BONA, A.; GÖHRINGER, S.S.; AISSE, M.M. Uso do efluente sanitário na indústria cerâmica. “Revista Brasileira de Recursos Hídricos”, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://132.248.9.34/hevila/Revistabrasileiraderecursosohidricos/2008/vol13/no1/15.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

BORDONALLI, A.C.O.; MENDES, C.G.N. Reuso de água em indústria de reciclagem de plástico tipo PEAD. “Engenharia Sanitária e Ambiental”, Rio de Janeiro, v.14, n.2, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n2/a11v14n2.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

BRASIL. “Lei nº 9.433”, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Senado Federal. “Resolução nº 54”, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água.

CARVALHO, D. D.; MACHADO, B. J. F. “Reuso de efluentes em torres de resfriamento - estudo conceitual: Aeroporto Internacional”. Rio de Janeiro: Maringá, v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewFile/865/865>>. Acesso em: 24 de abr. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE ENGENHARIA – CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia: Dia Mundial da Água merece revisão de posturas individuais e coletivas. Brasília, 18 de março de 2015. Disponível em: <<http://www.confed.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=19816&sid=10>>. Acesso em: 26 de abr. 2018.

EPA - Environmental Protection Agency. “Guidelines for water reuse”. Washington, D.C., 2004.

FIESP, CIESP, ANA. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTÃO DE SÃO PAULO, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. “Conservação e reúso de água: manual de orientações para o setor industrial”. São Paulo: FIESP, 2004. v.1. Disponível em: <<file:///E:/ESCOLA/6%20semestre/reuso-%20yeda/trabalho%20do%20artigo/Potencialidades%20do>

%20reuso%20de%20%C3%A1gua%20nas%20indústrias/Conserva%C3%A7%C3%A3o-e-re%C3%BAso-de-%C3%A1gua-Manual-de-orienta%C3%A7%C3%B5es-para-o-setor-industrial1.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2018.

FINK, D.R.; SANTOS, H. F. “A legislação de reúso da água”. Capítulo 8. In: Reurso de água. P.C. S. MANCUSO; H. F. SANTOS (Editores). Barueri, São Paulo: Manole, 2003.

GONÇALVES, O.; HESPANHOL, I. “Conservação e reúso de água: Manual de orientação para o setor industrial”. São Paulo: CIRRA/MMA/ANA/FIESP, 2004.

HESPANHOL, I. “Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, dez. 2002. ed. Comemorativa, v.7, n.4.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Município e Recarga de Aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Editores). “Reuso de água”. 1. ed. São Paulo: Editora Manole LTDA, 2003.

HESPANHOL, I. “Um Novo Paradigma para a Gestão de Recursos Hídricos”. Revista de Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200009)>. Acesso em: 01 mai. 2018.

HESPANHOL, I.; MIERZWA, J. C.; RODRIGUES, L.D. B.; SILVA, M. C. C. da. “Manual de Conservação e Reuso de água na Indústria”. Rio de Janeiro: DIM, 2006. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais4.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

LEGNER, C. Reúso de água e seus benefícios para a indústria e meio ambiente. “Revista TAE”, Edição Nº 12 - abril/maio de 2013 - Ano II. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/5790-noticias>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

MACHADO, L.P. “Reuso de esgotos sanitários tratados para fins de água de reposição em torres de resfriamento – sistemas semiabertos”. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/producao.php?id=136>>. Acesso em: 16 de abr. 2018.

MANCUSO, P. C. “Reuso de água para torres de resfriamento”. São Paulo: Biblioteca Virtual da Fsp Usp. 2001.

METCALF & EDDY. “Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse”. 3.ed. Singapore: McGraw-Hill, Inc. International Edition, 1991.

MIRRE, R. C. “Metodologia para o gerenciamento sustentável do reúso de águas e efluentes industriais por meio da Integração de Processos”. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://186.202.79.107/download/gerenciamento-sustentavel-do-reuso-de-aguas.pdf>>. Acesso: 17 de mar. 2018.

MIERZWA, J. C; HESPANHOL, I. “Água na Indústria”: uso racional e reúso. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2005.

MORELLI, E. B. “Reuso de água na lavagem de veículos”. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da universidade de São Paulo, 2005. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005-140604/pt-br.php>>. Acesso: 17 de mar. 2018.

NASCIMENTO, J.F. “Avaliação de membranas de osmose inversa no tratamento de águas de purga de torres de refrigeração de indústria petrolífera com finalidade de reuso”. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004. Disponível em: <<http://www.uff.br/posquim/frmpincipal/producoes/dissertacoes/jailtonascimento/jailtonascimento.pdf>>. Acesso em: 24 de abr. 2018.

TELLES, D. A, COSTA, R. H. P. G. “Reuso da água”: conceitos, teorias e práticas. 1ª edição. São Paulo: Blücher, 2007.

TOMAZ, P. “Economia de água para empresas e residências”: um estudo atualizado sobre uso racional da água, v. 2. São Paulo: Navegar Editora, 2002.

VIEIRA, F. C. “Viabilidade técnica e econômica do reaproveitamento de efluentes de torres de resfriamento”. Dissertação (Graduação) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/38411/000823845.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

WEBER, C. C.; CYBIS, L. F.; BEAL, L.L. Conservação da Água Aplicada a uma Industria de Papelão Ondulado. “Engenharia Sanitária Ambiental”. Porto Alegre, v. 15, n 3, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v15n3/v15n3a13>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

WHO. “Reuse of effluents”: methods of wastewater treatment and health safeguards. Report of a WHO Meeting of Experts. Geneva, World Health Organization (Technical Report Series No. 517), 1973.

ZEN, B.P. “Caracterização da purga da torre de resfriamento de uma indústria petroquímica e propostas de tratamento”. Dissertação (Graduação) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/108446/000946080.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 abr. 2018.