

## A ausência de legislação específica como limitante do reúso de água industrial

Douglas Felipe Galvão (Mestre em Tecnologias Ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira) [fgdoug@gmail.com.br](mailto:fgdoug@gmail.com.br)

### Resumo:

Com a escassez de recursos hídricos e a cobrança pelo uso da água, a minimização do consumo de água nas indústrias é de suma importância para manter sua competitividade no mercado. Nesse sentido, tem aumentado o interesse pelo reúso de efluentes, com o objetivo de diminuir o consumo de água de boa qualidade em processos que não exigem qualidade tão alta desse recurso. As indústrias consomem volumes consideráveis de água e o reúso pode ser uma alternativa para a minimização da utilização desse recurso. Logo, a busca por formas de nortear esse reúso são cruciais. O presente artigo buscou analisar as legislações sobre reúso e os parâmetros mínimos disponíveis na literatura que podem ser seguidos para implementação do reúso nas indústrias. Além disso, buscou-se discorrer sobre como a ausência de legislação específica acaba dificultando o reúso da água.

**Palavras chave:** Escassez, Reaproveitamento, Lei, Parâmetros.

## The absence of specific legislation as a limitation on industrial water reuse

### Abstract

With the shortage of water resources and charging for water use, minimizing water consumption in industries is of paramount importance to maintain its market competitiveness. In this sense, there has been increasing interest in the reuse of wastewater, in order to decrease the good water consumption by processes that do not require such high quality that feature. Industries consume considerable volumes of water and reuse can be an alternative to minimize the use of this resource. Therefore, the search for ways to guide this reuse is crucial. The present article sought to analyze the legislation on reuse and the minimum parameters available in the literature that can be followed for the implementation of reuse in the industries. In addition, we sought to discuss how the absence of specific legislation makes it difficult to reuse water.

**Key-words:** Shortage, Reuse, Law, Parameters

## 1. Introdução

A água foi fator limitante e componente primordial para o desenvolvimento do ser humano, pois os processos de colonização de boa parte do globo ocorreram às margens de corpos hídricos, o que também pode ser verificado na história de colonização do Brasil.

Com o aumento da população em determinada região, a disponibilidade de água no local se reduz, pois a quantidade de água existente é constante. Com o crescimento populacional, o consumo de maior quantidade de produtos industrializados e, consequentemente o crescimento das indústrias, a água teve seu consumo intensificado. Além disso, as condições de poluição dos corpos hídricos e o desperdício da água acabam agravando a situação (MIERZWA e HESPANHOL, 2005).

Analisando-se de uma forma mais detalhada a condição de disponibilidade de água no Brasil, o cenário é bem diferente. A distribuição disforme da quantidade da água nas diversas regiões brasileiras, o aumento da urbanização, da demanda por água, tudo isso irá contribuir para um cenário futuro (não tão distante), de falta de água (BORGHETTI e OSTRENSKY, 2014). Entretanto, atualmente, no Brasil, a ideia de abundância da água ainda está presente de forma muito forte.

Por esse motivo, a busca por estratégias que tornem compatíveis o uso da água nas atividades antrópicas e a ideia de que os recursos hídricos não são infinitos é importante no Brasil. As formas de uso da água e de tratamento e descarte de efluentes deve ser revista, aplicando-se o uso racional e o reúso como fundamentais para a continuidade das atividades humanas, diante desse cenário de limitação de recursos hídricos (MIERZWA e HESPANHOL, 2005).

A carência de legislação que norteie o reúso da água, nesse sentido, acaba dificultando e limitando a possibilidade de reúso da água e, por consequência, diminuindo a possibilidade de se utilizar água de boa qualidade para fins mais nobres, como o abastecimento público.

Sob esse prisma, o presente artigo procurou expor a legislação que existe atualmente no Brasil sobre o reúso da água, além de citar dados disponíveis na literatura, sobre a qualidade da água necessária para o reúso industrial. A partir dos dados encontrados, procurou-se discutir a necessidade de legislação específica e as dificuldades e empecilhos encontrados atualmente para se aplicar o reúso da água nas indústrias.

## 2. Metodologia

Através de pesquisa na literatura, utilizou-se uma metodologia de análise exploratória de referências obtidas em literaturas nacionais e internacionais. Verificaram-se bancos de teses e artigos nacionais e internacionais, jornais, revistas e livros, publicações de cunho acadêmico, científico, industrial e ainda sites relacionados acerca do tema proposto. A pesquisa fez uso dos estudos já publicados referentes ao reúso da água e legislações específicas.

### 3. O Reúso da água

A cobrança pelo uso da água aliada a seu elevado consumo na indústria, tem levado este segmento a buscar alternativas internas de reúso e a considerar a compra de efluentes tratados de companhias de saneamento a preços inferiores aos da água potável (CONSTANZI, 2007).

Nesse sentido, Hespanhol (2002) afirma que, deve-se optar por satisfazer àquelas demandas que exigem águas de qualidade não muito alta por fontes menos nobres e utilizar-se de fontes de qualidade superior somente para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico.

Nesse contexto, Telles e Costa (2010) afirmam que procuram-se alternativas para se controlar a necessidade de água na área industrial, dependendo da qualidade exigida para cada aplicação, pois cada área (refeitórios, banheiros, processo de produção) necessita de determinada qualidade e quantidade de água.

Em resposta a tais condições, tem aumentado o desenvolvimento das tecnologias de tratamento de efluentes, a fim de satisfazer os limites de qualidade para o reúso. Assim, águas de reúso podem tornar-se uma importante contribuição para o suprimento de água na indústria (ÁREVALO et al., 2012; ANDRADE et al., 2012; ANDRADE et al., 2014; VOURCH et al., 2008).

Reúso da água pode ser entendido como a utilização dos efluentes após uma extensão do seu tratamento, levando-se em consideração a aplicação ou não de recursos para torná-lo de maior qualidade. Nem todo o volume gerado precisa ser tratado para sua reutilização, porém, para determinados tipos de reúso, há a necessidade de processo bem específico de purificação (TELLES e COSTA, 2010).

O reúso pode ser concebido também como a utilização de efluentes tratados ou não para fins que sejam benéficos, como a irrigação, o uso industrial e fins urbanos que não sejam potáveis (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

De acordo com Mierzwa (2002), entretanto, a prática do reúso não deve ser vista como a meta de todo modelo de gerenciamento de recursos hídricos em uma indústria, não atendendo aos requisitos da Agenda 21, a qual expõe o uso racional da água como meta principal.

Alguns processos industriais, mais especificamente os da indústria alimentícia, não permitem a utilização de águas de reúso em seus processos de produção. Entretanto, mesmo nestas indústrias, há a possibilidade de reutilização da água em processos que exigem qualidade de água menos nobres, como para refrigeração, alimentação de caldeiras, limpeza de pisos, descargas sanitárias em banheiros, entre outros.

Devido às técnicas de tratamento existentes nas indústrias, um efluente tratado pode apresentar características físicas, químicas ou biológicas semelhantes ou até melhores que as da água bruta. Da mesma forma, efluentes de determinados processos apresentam qualidade adequada a outros processos, sem a necessidade de tratamento (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

Nesse sentido, o reúso de água industrial pode ser classificado em duas formas amplas de aplicação, quais sejam: o reúso macro externo, que se refere ao uso de efluentes tratados provenientes de estações administradas por concessionárias ou outras indústrias; e o reúso macro interno, referente ao uso interno de efluentes, tratados ou não, provenientes de atividades realizadas na própria indústria (FIRJAN, 2006).

### **3.1 Reúso macro externo**

O reúso macro externo refere-se à reutilização de efluentes que são oriundos de estações de tratamento administradas por outras concessionárias ou até mesmo por outras indústrias (FIESP, 2004).

No reúso macro externo, a indústria precisa de avaliação técnica e financeira, quanto a viabilidade de instalar um sistema de tratamento adicional, para atender aos padrões de qualidade exigidos, além dos sistemas adutores e de distribuição do efluente (OENNING JR., 2006).

Mancuso e Santos (2003) afirmam que o sistema de reúso macro externo torna-se viável com aglomerados de indústrias, associadas ao programa de reúso e que sejam próximas, cerca de 5 quilômetros, no entorno da estação de tratamento e recuperação para o reúso. Nessas áreas de concentração de indústrias, os usos industriais passíveis de reúso seriam:

- Torres de resfriamento;
- Caldeiras;
- Lavagem de peças e equipamentos (metalúrgicas e mecânicas);
- Irrigação de áreas verdes, lavagem de veículos e pisos.

Conforme Mancuso e Santos (2003), os sistemas de reúso macro externo poderão, além de atender a demanda industrial, ser utilizados a uma gama significativa de usos urbanos não-potáveis. Entretanto, Cavalcanti (2012) menciona que, de qualquer forma, nas atividades industriais, apenas há viabilidade do reúso para fins não-potáveis.

Considerando as indústrias como grandes consumidoras de recursos hídricos, o reúso de água é de fundamental importância, não só pelos benefícios econômicos por redução de custos, mas, da mesma forma, pelos benefícios ambientais, podendo-se citar a redução da utilização de água de boa qualidade para fins menos nobres, preservação de águas subterrâneas e a minimização da poluição dos corpos hídricos (MIERZWA; HESPANHOL, 2005; HESPANHOL, 2002).

No Brasil, pode-se citar um grande aglomerado de indústrias que já é alimentado por sistemas de reúso. Este sistema, produz água de reúso industrial a partir de estação de tratamento de esgotos de São Paulo e, de acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), o sistema denominado Estação de Produção de Água Industrial Aquapolo, tem capacidade de produção de 830 L s<sup>-1</sup> de água de reúso e atende atualmente 50 empresas (VASCONCELOS, 2015).

### **3.2 Reúso macro interno**

O reúso macro interno é o uso interno de efluentes, tratados ou não, provenientes de atividades realizadas na própria indústria, sendo a forma mais aplicada atualmente pelas indústrias (FIRJAN, 2006).

O reúso dos efluentes de quaisquer processos industriais, nos próprios processos nos quais são gerados ou em outros que se desenvolvem na sequência, precisa considerar a necessidade

desta água residuária estar em conformidade com a qualidade requerida no processo no qual pretende-se reusar (MANCUSO e SANTOS, 2003).

Cada processo industrial necessita de água de qualidade química, física e biológica adequada. Desta forma, antes da aplicação do reúso é necessário estudar o seu potencial. A água após o uso industrial, possui diversas substâncias que a caracterizam como efluente. Como os padrões de lançamento de efluentes, na maioria dos casos, são menos restritivos que os de qualidade da água, o reúso pode não ser interessante para determinadas indústrias, do ponto de vista econômico (MIERZWA, 2002).

Mierzwa e Hespanhol (2005) relatam duas práticas principais para o reúso macro interno, o reúso em cascata e o reúso de efluentes tratados.

### 3.2.1 Reúso em cascata

O reúso em cascata é um tipo de uso macro interno, no qual o efluente industrial originado em um determinado processo é diretamente utilizado em um processo subsequente (FIESP, 2004). É importante ressaltar a necessidade de se verificar se a qualidade da água do efluente é adequada para o processo seguinte.

Este tipo de reúso é o mais interessante para as indústrias, pois, da mesma forma que a quantidade de água utilizada irá diminuir, a quantidade de efluente gerado também decai. Entretanto, a concentração dos contaminantes e poluentes específicos acaba aumentando com este tipo de reúso (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

Além disso, o reúso em cascata não necessita de tratamento do efluente, pois, este encontra-se na qualidade apropriada para ser reutilizado em outro processo que não exija uma qualidade alta, o que acaba diminuindo os valores dispendidos para o reúso de água.

É necessário levar em conta se a quantidade e a qualidade do efluente disponível, estão conforme a demanda e os padrões exigidos para o processo no qual pretende-se reusar o efluente (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

### 3.2.2 Reúso de efluentes tratados

É a forma de reúso que mais tem sido aplicada na indústria e é caracterizada pela utilização dos efluentes gerados no local em outros processos industriais, isso após tratamento adequado para se alcançar a qualidade necessária aos padrões de utilização que foram pré-estabelecidos (FIRJAN, 2006).

Conforme a qualidade da água necessária no processo e o escopo específico do reúso, serão estabelecidos os níveis de tratamento dos efluentes, quais critérios de segurança serão adotados, além dos custos de capital, de operação e de manutenção relacionados (HESPANHOL, 2002).

Devido as técnicas que são utilizadas no tratamento de efluentes nas indústrias, algumas vezes, o efluente tratado apresenta características melhores que das águas brutas, ou podem ter aspectos adequados para sua utilização em determinados processos (MIERZWA; HESPAHOL, 2005).

O reúso dos efluentes após tratamento pode ser feito de forma direta e após técnicas de tratamento complementares. O reúso de forma direta é realizado através do encaminhamento do efluente da estação de tratamento até o local onde será utilizado. Caso ainda haja neste efluente algum contaminante que precise ser eliminado para atender aos índices de qualidade exigidos, deve-se adotar técnicas complementares para o tratamento e posterior reúso (MIERZWA; HESPAHOL, 2005).

Destacam-se ainda três categorias de água de reúso para indústria que apresentam grandes possibilidades de reaproveitamento: água de reúso em torres e lagos de resfriamento, sistemas de ciclo aberto (resfriamento) e alimentação de processos e caldeiras (CONSTANZI, 2007).

### 3.3 Enquadramento para o Reúso da água

No Brasil, há a carência de aspecto legal que traga padrões de qualidade para o reúso de água industrial. Existem algumas legislações e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, que tratam do tema, porém, de forma bastante simplificada.

A Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água. Essa resolução, considera os princípios de racionalização e conservação dos recursos hídricos expostos na Agenda 21, elencando o reúso como importante na racionalização do uso da água e na diminuição de sua poluição. Além disso, incentiva o reúso de água em diversas modalidades, porém, não apresenta nenhum parâmetro específico para se considerar quando realiza-se o reúso.

Um dos sistemas normativos que apresenta o reúso da água, refere-se a NBR 13.969/97 da ABNT, que trata de Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. A norma cita como uma das formas de disposição final dos efluentes líquidos e o seu reúso. Considera principalmente o reúso de esgotos, porém, entende como possível o reúso para fins industriais e agrícolas dessa água.

De acordo com a NBR 13.969/97, o reúso seria possível para a irrigação de jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens, entre outros.

A norma estabelece ainda quatro classes diferentes para o reúso, de acordo com os níveis mais e menos restritos de uso:

- Classe 1: lavagem de carros e outros usos que tenham contato direto do usuário com a água: turbidez inferior a 5, coliforme fecal inferior a 200 NMP/100 mL; sólidos dissolvidos totais inferiores a 200 mg L<sup>-1</sup>; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre 0,5 mg L<sup>-1</sup> e 1,5 mg L<sup>-1</sup>.

- Classe 2: lavagens de pisos e calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes: turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a 500 NMP 100 mL<sup>-1</sup>, cloro residual superior a 0,5 mg L<sup>-1</sup>.

- Classe 3: reúso nas descargas dos vasos sanitários: turbidez inferior a 10, coliformes fecais inferiores a 500 NMP/100 mL.

- Classe 4: reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. Coliforme fecal inferior a 5 000 NMP/100 mL e oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg L<sup>-1</sup>. As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

Outra norma reguladora da ABNT que trata de uma forma diferente de reúso, o reúso de água da chuva, é a NBR 15.527/2007 – água da chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. A norma traz alguns modelos para estimar a quantidade de água passível de ser coletada, considerando o índice pluviométrico da região, além do cálculo estimativo do tamanho do reservatório. Apesar de não se tratar do reúso de efluentes industriais, a norma é útil principalmente pela grande área de telhado das indústrias, que permite a coleta de quantidade considerável de água.

A ausência de legislação específica, acaba restringindo as possibilidades de reúso (BERTONCINI, 2008). Como forma de viabilizar o reúso da água, pode-se utilizar como referência padrões de qualidade para diferentes parâmetros, de acordo com valores os expostos na literatura. Fappi (2015) citou vários estudos com parâmetros de qualidade de águas de reúso para diversos processos industriais, podendo ser visualizado na Figura 1 (foram inseridas as especificações para DBO<sub>5</sub>, fosfato, óleos e graxas e nitrogênio amoniacal).

| Parâmetro          | Unidade              | Potenciais locais de utilização da água de reúso                                                                                                       |                                                                      |                                                                       |                                                      |                                                                                                                |                                                |                                                                                    |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                      | Torres de resfriamento                                                                                                                                 | Lavagem de pisos                                                     | Irrigação de áreas verdes industriais                                 | Lavagem de veículos                                  | Proteção contra incêndio                                                                                       | Descarga sanitária                             | Geração de vapor (Cadeiras de baixa pressão <10 bar)                               |
| pH                 | -                    | 6 – 9 <sup>(1)</sup> (3) (9)<br>6,5 – 9,5 <sup>(7)</sup><br>6,9 – 9 <sup>(10)</sup> (13)<br>7 – 9 <sup>(11)</sup>                                      | 6 – 9 <sup>(1)</sup><br>6 – 8 <sup>(17)</sup>                        | 6 – 9 <sup>(1)</sup> (17)                                             | 6 – 9 <sup>(1)</sup> 6 – 8 <sup>(15)</sup> (17) (18) | 6 – 9 <sup>(1)</sup>                                                                                           | 6 – 9 <sup>(1)</sup><br>6 – 8 <sup>(17)</sup>  | 7 – 10 <sup>(8)</sup> (13)<br>8,3 – 10 <sup>(12)</sup><br>7,5 – 10 <sup>(14)</sup> |
| Turbidez           | NTU                  | 2 – 10 <sup>(1)</sup> ≤ 3 <sup>(2)</sup> ;<br>2 – 5 <sup>(5)</sup> 50 <sup>(9)</sup> (10) (13) (20)<br>≤ 75 <sup>(3)</sup> (7) (9) (10) (13) (17) (20) | ≤ 2 <sup>(1)</sup> (17);<br>2 – 5 <sup>(5)</sup> ≤ 5 <sup>(15)</sup> | ≤ 2 <sup>(1)</sup> ; 2 – 5 <sup>(5)</sup><br>≤ 5 <sup>(15)</sup> (17) | ≤ 2 <sup>(1)</sup> (17); ≤ 5 <sup>(15)</sup>         | ≤ 2 <sup>(1)</sup> ;<br>≤ 2 <sup>(1)</sup> (17) ≤ 5 <sup>(4)</sup> ; 2 – 5 <sup>(5)</sup> ≤ 10 <sup>(15)</sup> | SE                                             | SE                                                                                 |
| DQO                | mg L <sup>-1</sup>   | 50 <sup>(8)</sup> 200 <sup>(11)</sup>                                                                                                                  | SE                                                                   | SE                                                                    | SE                                                   | SE                                                                                                             | SE                                             | 5 <sup>(8)</sup> (13)                                                              |
| DBO <sub>5</sub>   | mg L <sup>-1</sup>   | 25 <sup>(19)</sup> (20)                                                                                                                                | SE                                                                   | SE                                                                    | SE                                                   | SE                                                                                                             | SE                                             | 1-50 <sup>(19)</sup>                                                               |
| ST                 | mg L <sup>-1</sup>   | ≤ 530 <sup>(18)</sup>                                                                                                                                  | SE                                                                   | SE                                                                    | SE                                                   | SE                                                                                                             | SE                                             | SE                                                                                 |
| SDT                | mg L <sup>-1</sup>   | ≤ 500 <sup>(3)</sup> (9) (10) (13) (17) (20)<br>1000 <sup>(7)</sup> 9600 <sup>(11)</sup>                                                               | ≤ 1000 <sup>(4)</sup><br>≤ 500 <sup>(17)</sup>                       | ≤ 1000 <sup>(4)</sup>                                                 | ≤ 200 <sup>(11)</sup> (9)<br>≤ 500 <sup>(17)</sup>   | SE                                                                                                             | ≤ 1000 <sup>(4)</sup><br>≤ 500 <sup>(17)</sup> | 700 <sup>(8)</sup> (13)                                                            |
| NH <sub>4</sub> -N | mg N L <sup>-1</sup> | 1,0 <sup>(20)</sup>                                                                                                                                    |                                                                      |                                                                       |                                                      |                                                                                                                |                                                |                                                                                    |
| Condutividade      | µS cm <sup>-1</sup>  | 800 – 1200 <sup>(1)</sup>                                                                                                                              | SE                                                                   | SE                                                                    | SE                                                   | SE                                                                                                             | SE                                             | 1100 – 5400 <sup>(12)</sup><br>3500 <sup>(14)</sup>                                |
| Fosfato            | mg L <sup>-1</sup>   | 4,0 <sup>(20)</sup>                                                                                                                                    | SE                                                                   | SE                                                                    | SE                                                   | SE                                                                                                             | SE                                             | SE                                                                                 |
| Óleos e Graxas     | mg L <sup>-1</sup>   | 1,0 <sup>(21)</sup>                                                                                                                                    | SE                                                                   | SE                                                                    | SE                                                   | SE                                                                                                             | SE                                             | SE                                                                                 |

Figura 1 - padrões de qualidade para águas de reúso citados por Fappi (2015).

Fonte: (1) US EPA, 2004; (2) US EPA, 2004, valores para o Estado do Texas; (3) Metcalfy e Eddy, 2003; (4) Valor máximo recomendado para água potável, de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde no 2.914 de 12/12/2011; (5) Hammer e Hammer, 2007; (6) Asano e Levine, 1998; (7) Pinjing et al., 2001; (8) Metcalfy e Eddy, 1991; (9) Mancuso e Santos, 2003; (10) Mierzwa, 2002; (11) Eble e Feathers, 1992; (12) Macedo, 2001;

(13) Crook e Surampalli, 1996; (14) Lenntech, 2015; (15) NBR 13969/1997; (16) US EPA, 2004, valores para a cidade de San Francisco; (17) PIO, 2005; (18) Oenning Junior e Pawlowsky, (2007); (19) Riera, Suárez e Muro, 2013; (20) Mancuso, 2001; (21) Chmiel, Mavrov e Belières, 2000; SE – Sem Especificação encontrada.

#### **4. Considerações Finais**

O aumento da demanda por água e a escassez do recurso podem causar conflitos e dificultar o desenvolvimento das regiões. A busca por alternativas que minimizem o consumo da água tem aumentado significativamente nos últimos anos. O reúso de água pode ser uma alternativa importante para se reduzir o consumo das reservas hídricas em locais industrializados.

O reúso da água, entretanto, está condicionado aos fins a que se destina e o processo de tratamento deve considerar e garantir que esta água reutilizada não irá causar nenhum risco à saúde pública e ao meio ambiente. Assim, a busca e estabelecimento de parâmetros para o reúso é essencial, especificamente no Brasil.

Mesmo atendendo aos padrões de reúso de água dispostos na literatura, estes não devem ser considerados como os únicos, pois poderão ocorrer mudanças com relação a especificações e qualidades para o reúso de água, além da possibilidade de criação de legislação específica para o reúso de efluentes.

A falta de legislação específica acaba não nortear as possibilidades de reúso na indústria. É outro fator limitante para a aplicação de reúso de efluentes na indústria, pois não estabelecem a qualidade do efluente tratado que deve ser alcançada para sua reutilização em processos industriais.

Há limitação para o reúso de água nas indústrias alimentícias, pela impossibilidade de reintrodução de água nos processos nos quais há contato com os alimentos, sendo permitidas somente no caso em que não tragam riscos à saúde (MATSUMURA; MIERZWA, 2008).

A resolução nº 54/2005 do CONAMA estabelece critérios para o reúso de água na indústria, porém, não padroniza parâmetros físico-químicos ou microbiológicos para o reúso industrial. A NBR 13.969/1997, por outro lado, expõe alguns parâmetros a serem atendidos para o reúso, porém, de forma limitada.

Por meio deste artigo não foi possível esgotar as discussões sobre o reúso da água, apenas trazer à discussão a necessidade de parâmetros a serem seguidos para facilitar a aplicação do reúso da água nas indústrias. Não basta haver a definição das formas de reúso possíveis de aplicação, se os limites a serem alcançados para se possibilitar o reúso da água não estão disponíveis de forma facilitada.

## Referências

- ANDRADE, L. H. MENDES, F. D. de S. ESPÍNDOLA, J. C. A. Nanofiltration as a post treatment to membrane bioreactor effluent for dairy wastewater reuse. *Procedia Engineering*. N. 4. p. 1956-1960. 2012.
- ANDRADE, L. H. MENDES, F. D. de S. CERQUEIRA, N. ESPÍNDOLA, J. C. A. AMARAL, M. C. S. Distribuição de massa molar em um biorreator com membrana para tratamento de efluente de laticínios. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*. V.19, n. 3, jul/set, 2014.
- ÁREVALO, J. RUIZ, L. M. PARADA-ALBARRACÍN, J. A. GONZÁLEZ-PERÉZ, D. M. MORENO, B. GOMÉZ, M. A. Wastewater reuse after treatment by MBR. Microfiltration or ultrafiltration? *Desalination Journal*. V. 299, Aug, 2012.
- ASANO, T; LEVINE, A. D. Wastewater reclamation, recycling, and reuse: an introduction. In: Asano T, ed. *Wastewater reclamation and reuse*. Lancaster, PA, Technomic Publishing Company, 56 p. 1998.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. NBR 15.227. Rio de Janeiro, 2007.
- \_\_\_\_\_. Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. NBR 13969. Rio de Janeiro, 1997.
- BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. *Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária*. P. 152-169, jun. 2008.
- BORGHETTI, J. B. OSTRENSKY, A. Água na indústria: Uma análise da visão do setor Industrial da região do Alto Iguaçu e Afluentes do Ribeira. Curitiba, FIEP, 2014.
- BRASIL. Conselho Nacional dos Recursos Hídricos. Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005 – Estabelece Critérios gerais para o reúso de água potável.
- CAVALCANTI, J. E. W. de A. Manual de tratamento de efluentes industriais. 2. ed. São Paulo: Engenho Editora Técnica Ltda., 2012.
- CONSTANZI, R. N. Tratamento de efluentes domésticos por sistemas integrados de lodos ativados e membranas de ultrafiltração visando o reúso de água. 2007. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2007.
- CROOK, J; SURAMPALLI, R. Y. Water reclamation and reuse criteria in the U.S. *Water Science and Technology*, Vol. 33, No10-11, 1996.
- EBLE, K. S; FEATHERS, J. Process water reuse, part I. *Oil & Gas Journal* 90 (38), 1992.
- EPA – Environmental Protection Agency. **Guidelines for Water Reuse**. EPA/625/R-04/108, Washington, DC, September, 2004.
- FAPPI, Devanir André. Micro e ultrafiltração como pós-tratamento para o reúso de efluentes de abatedouro e frigorífico de suínos. 2015. 126 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. Conservação e reúso de Água: Manual de orientações para o setor industrial. Centro Internacional de Referência em Reúso de Água, CIRRA/IRCWR e DCT Engenharia, São Paulo, vol. 1, 2004.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. Manual de conservação e reúso da água na indústria. Rio de Janeiro: DIM, 2006. HAMMER, M. J; HAMMER, M. J. *Water and wastewater technology*. Ed. Pearson Prentice Hall. 6 th ed. 553 p, 2007.
- HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. V. 7, n. 4, p. 75-95. Out/dez, 2002.
- LENNTECH, Water Treatment Solutions. Características da água de alimentação da caldeira. 2015. Disponível em: < <http://www.lennotech.com.pt/aplicacoes/processo/caldeira/caldeira-agua-alimentacao-caracteristicas.htm>>. Acesso em 20 jan 2016.
- MACEDO, J. A. B. Água e águas. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

**MANCUSO, P. C. S.** Reúso de água para torres de resfriamento. São Paulo, 2001.

**MANCUSO, P. C. S. SANTOS, H. F. dos** (edit.). Reúso de Água. São Paulo, Manole, 2003.

**MATSUMURA, E. M. MIERZWA, J. C.** Water conservation and reuse in poultry processing plant – A case study. Reuse Conservation and Recycling. V. 52, p. 835-842, 2008.

**METCALF; EDDY.** Wastewater engineering treatment and reuse. Mc Graw-Hill: Higler Education. Fourth Edition, 2003. 1819p.

**METCALF; EDDY.** Wastewater reclamation and reuse. In: Wastewater engineering treatment, disposal and reuse. New York, McGraw Hill. Third Edition, 1991.

**MIERZWA, J. C.** O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria – estudo de caso da Kodak Brasileira. 2002. 367 p. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

**MIERZWA, J. C.; HESPAHOL, I.** Água na indústria: uso racional e reúso. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

**OENNING JUNIOR, A. PAWLOWSKY, U.** Avaliação de tecnologias avançadas para reúso de água em indústria metal-mecânica. Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2007, vol.12, n.3, pp. 305-316. ISSN 1413-4152. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n3/a08v12n3.pdf>>. Acesso em 05 ago 2013.

**PIO, A. A. B.** (coord.). Conservação e reúso de água em edificações. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.152 p.

**RIERA, F. A. SUÁREZ, A. MURO, C.** Nanofiltration of UHT flash cooler condensates from a dairy factory: Characterisation and water reuse potential. Dessalination. V. 309, p. 52-63, 2013.

**TELLES, D. D';; COSTA, R. H. P. G.** (coord). Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

**VASCONCELOS, Y.** Água Reciclada – Reúso a partir do tratamento de efluentes é alternativa para ajudar no combate à crise de abastecimento. Revista Fapesp. Ed. 235, Setembro, 2015.

**VOURCH, M. BALLANEC, B. CHAUFER, B. DORANGE, G.** Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for reuse water. Dessalination. V. 219, p. 190-202, 2008.