

# **ANÁLISE DE SISTEMA DE REÚSO NÃO POTÁVEL DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM INDÚSTRIA CALÇADISTA DO CARIRI**

*ANALYSIS OF THE NON-DRINKING WASTEWATER REUSE SYSTEM IN THE FOOTWEAR INDUSTRY OF CARIRI*

*ANÁLISIS DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN NO-POTABLE DE AGUA RESIDUAL EN INDUSTRIA DE CALZADOS DEL CARIRI*

Anderson Luiz de Araujo Silva<sup>1</sup>  
Demaira Henrique da Silva<sup>2</sup>

## **Resumo**

Atualmente, os problemas que envolvem o uso e a disponibilidade dos recursos hídricos vêm afetando a qualidade de vida do ser humano. Nos empreendimentos, a água é um dos insumos principais para as operações e os esgotos gerados são potencialmente poluidores. Nesse cenário, o reúso de águas residuárias é uma opção para que se atinjam os objetivos de sustentabilidade ambiental. Este estudo avaliou um sistema de reúso para fins não potáveis, realizado em uma indústria da região do Cariri – Ceará, que utiliza o esgoto doméstico tratado para reúso interno na forma de irrigação paisagística. Os dados do monitoramento foram fornecidos pela empresa no período de março de 2018 a setembro de 2019 e analisados perante a Resolução COEMA nº 02/2017. Os resultados demonstraram que ocorre um tratamento com eficiência satisfatória, que atende os padrões exigidos pela legislação, com remoção de DBO entre 70,14 % e 90,91%; para DQO, entre 81,75% e 90,67%; para sólidos sedimentáveis, estimada entre 96% e 100%, além de ausência de coliformes e ovos de helmintos. Porém, constatou-se que se necessita de melhorias na frequência do monitoramento de alguns parâmetros.

**Palavras-chave:** Reúso. Tratamento. Águas residuárias.

## **Abstract**

Nowadays the problems involving the use and the availability of water resources have been affecting the quality of life of human beings. In ventures, water is one of the main inputs for operations and the sewage generated is potentially polluting. In this scenario, the reuse of wastewater is an option to achieve the objectives of environmental sustainability. This study evaluated a reuse system for non-potable purposes carried out in an industry in the region of Cariri – Ceará State, that uses domestic sewage treated for internal reuse in the form of landscape irrigation. Monitoring data were provided by the company from March 2018 to September 2019 and they were analyzed under COEMA Resolution nº 02/2017. The results showed that there is a treatment with satisfactory efficiency that meets the standards required by law, with BOD removal between 70.14% and 90.91%; for COD, between 81.75% and 90.67%; for sedimentable solids, estimated between 96% and 100%, in addition to the absence of coliforms and helminth eggs. However, it was found that improvements are needed in the monitoring frequency of some parameters.

**Keywords:** Reuse. Treatment. Wastewater.

## **Resumen**

Actualmente, los problemas relativos al uso y disponibilidad de los recursos hídricos han venido afectando la calidad de vida del ser humano. En las empresas, el agua es uno de los insumos principales para las operaciones y los desechos generados son potencialmente contaminantes. En ese escenario, la reutilización de las aguas residuales es una opción para que se logren los objetivos de sostenibilidad ambiental. Este estudio evalúa un sistema de su reutilización para fines no-potables, realizado en una industria de la región de Cariri – Ceará, que usa las aguas servidas domésticas, tratadas para reutilización interna en la irrigación paisajística. Los datos de control fueron ofrecidos por la empresa en el período de marzo 2018 a septiembre 2019 y analizados a partir de

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Ambiental. IFCE Campus Juazeiro do Norte. E-mail: andersoneng\_silva@outlook.com.

<sup>2</sup> Prof.<sup>a</sup> Esp. em Engenharia Ambiental. IFCE Campus Juazeiro do Norte. E-mail: demairasilva@gmail.com.

la Resolución COEMA n° 02/2017. Los resultados demostraron que el tratamiento tiene una eficiencia satisfactoria, que atiende los patrones establecidos por la legislación, con remoción de DBO entre 70,14% y 90,91%; para DQO, entre 81,75% y 90,67%; para sólidos sedimentables, estimada entre 96% y 100%, además de ausencia de coliformes y huevos de helmintos. Sin embargo, se pudo constatar que algunos parámetros requieren de mejoras en la frecuencia de monitoreo.

**Palabras-clave:** Reutilización. Tratamiento. Aguas residuales.

## 1 Introdução

É inegável, atualmente, que os problemas ambientais relacionados com a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos vêm afetando diretamente a saúde e bem-estar dos seres humanos. Conforme relatório da UNESCO (2019), mais de 2 bilhões de pessoas vivem em países que experimentam estresse hídrico, o que indica maiores impactos sobre a sustentabilidade do recurso e crescente potencial de conflitos. A influência antrópica na natureza acaba por modificar as características naturais dos recursos, ocasionando perda da qualidade e dificuldades de recuperação dos ecossistemas. A poluição causada nos corpos d'água pelo lançamento de esgotos sem tratamento altera a qualidade do corpo receptor, bem como implica limitações nos usos da água (JORDÃO; PESSOA, 2011, p. 7).

No atual contexto, cresce a demanda por água com parâmetros qualitativos, que atendam as mais diversas qualidades. Para a maioria dos empreendimentos, a água é um dos insumos básicos para suas operações, e, ao mesmo tempo, os efluentes gerados são potencialmente danosos ao meio ambiente (FIESP, 2017), visto que possuem ampla variabilidade de características qualitativas e podem conter constituintes tóxicos que inibem o tratamento biológico de águas residuárias (VON SPERLING, 2005, p. 81). Entre os poluentes presentes, Metcalf e Eddy (2015, p. 110) apontam que esgotos industriais comumente possuem elementos metálicos como cádmio, chumbo e mercúrio. Deste modo, o efluente gerado traz consigo substâncias que, se despejadas diretamente em rios e lagos, causam poluição hídrica, devendo se fazer tratamento prévio ao seu lançamento em corpos hídricos.

Visando a mitigação dos impactos gerados, necessita-se da adoção de medidas de gestão ambiental como o reúso de água, não apenas como solução viável, mas, principalmente, promovendo a conscientização da preservação desse recurso (DANTAS; SALES, 2009). O reúso de águas residuárias tratadas surge então como alternativa para a redução do consumo e diminuição de lançamentos de esgotos em corpos hídricos, conforme opina Hespanhol (2015), afirmando que a opção pelo reúso costuma ser mais atrativa, pois os custos de implantação e de operação são inferiores aos associados à captação e ao tratamento de águas de mananciais.

A Agência Nacional de Águas (2019) também pontua que aumentar o reúso da água é uma importante medida de conservação dos recursos hídricos.

Entende-se que, para se obter um sistema de reúso de águas residuárias que atue com eficácia e venha a restringir os riscos associados a tal prática, faz-se necessário o correto tratamento e monitoramento do efluente que será utilizado, respeitando, inclusive, as diretrizes da NBR 13.969:1997, pois essa propõe que esgotos tratados com origem essencialmente doméstica devam ser reutilizados para fins que exijam qualidade de água não potável (lavagens de pisos, calçadas, irrigação de jardins, descargas dos banheiros, etc.), mas sanitariamente seguras, planejado de modo a permitir seu uso seguro e racional.

Dessa forma, também são necessários estudos que possam dar credibilidade e que comprovem a eficiência das práticas de reúso como forma de mitigação de impactos ambientais negativos e redução do consumo de água na indústria.

O presente estudo propôs-se avaliar um sistema de reúso de águas residuárias para fins não potáveis, realizado em uma indústria da região do Cariri, Ceará, com aproximadamente 5.000 funcionários, que reutiliza o efluente doméstico gerado para irrigação paisagística dentro do próprio empreendimento. Nesse cenário, buscou-se descrever o tratamento aplicado na indústria, o monitoramento que faz da qualidade do efluente e o atendimento dos requisitos de qualidade da legislação específica vigente.

## **2 Metodologia**

A pesquisa foi classificada como uma pesquisa de campo com abordagem quantitativa e qualitativa dos dados obtidos.

Os dados para discussão foram obtidos através do fornecimento dos laudos sobre os resultados das análises físico-químicas do monitoramento realizado na própria estação de tratamento da indústria, no período de março de 2018 a setembro de 2019, e sobre o tipo de tratamento e tecnologia utilizados no processo. Foi acordado entre a autoria deste trabalho e a indústria que seria preservada a divulgação do nome do empreendimento

As características físico-químicas e microbiológicas do efluente tratado da indústria foram avaliadas de acordo com os padrões de pH, condutividade elétrica, ovos de helmintos e coliformes, estabelecidos pela Resolução COEMA nº 02/2017 em seu art. 38, referente ao reúso urbano não potável, onde se inclui irrigação paisagística, que é a modalidade aplicada na indústria.

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Características do processo de tratamento de águas residuárias

A indústria deste estudo conta com tratamento para as águas residuárias geradas no seu interior, porém, apenas para o esgoto do tipo doméstico, ou seja, esgotos que provêm principalmente de residências ou quaisquer edificações que contenham dispositivos de utilização da água para fins domésticos, compostos essencialmente de água de banho, urina, fezes, resto de comida, entre outros (JORDÃO; PESSOA, 2011, p. 37). Esse fato constitui ponto positivo para a qualidade do processo, já que esgotos domésticos são utilizados até em situações de reúso potável direto (HESPANHOL, 2015), ou seja, são utilizados em finalidades mais nobres do que o reúso praticado nessa indústria.

A figura 1 apresenta as etapas do tratamento, assim como as tecnologias utilizadas no processo.

**Figura 1** – Etapas do Tratamento Biológico da Estação de Tratamento da Indústria



Fonte: Autor (2020)

A composição do tratamento do esgoto consiste na junção de diversas etapas consorciadas, a fim de remover os poluentes. O tratamento preliminar visa proteger os dispositivos de transporte e tratamento dos sólidos grosseiros, reduzindo a possibilidade de avarias e obstruções das instalações (JORDÃO; PESSOA, 2011, p. 183). A remoção da matéria orgânica ocorre através de tratamento biológico nas etapas do reator UASB e do Filtro Biológico Aerado Submerso. No reator UASB, ocorre principalmente a decomposição da matéria orgânica presente no esgoto através da digestão anaeróbia (COSTA; BARBOSA FILHO; GIORDANO, 2014). No filtro biológico, ocorre a complementação da remoção de matéria orgânica solúvel por via aeróbica, assim como também de nutrientes (MORELLO, 2013), sólidos suspensos e nitrogênio (JORDÃO; PESSOA, 2011, p. 508). Nos reatores

anóxicos, a desnitrificação se desenvolve: o nitrato é reduzido a nitrogênio molecular e o material orgânico é oxidado por bactérias heterotróficas (FILHO; VAN HAANDEL; MOTA, 2018). Ainda há o decantador secundário, que proporciona a remoção de sólidos suspensos advindos da formação do floco biológico nas etapas anteriores de tratamento biológico até que, por fim, o implemento da desinfecção é essencial para a inativação de microrganismos patogênicos (JORDÃO; PESSOA, 2011, p. 855), fator importante para o reúso direcionado para a irrigação paisagística, já que o contato humano com a água é inevitável, assim como é possível o contato com a área irrigada.

Pode-se afirmar que o tratamento disponível na indústria tem a capacidade de promover um processo eficaz, que atinge os parâmetros de qualidade necessários e exigidos pela legislação.

É válido salientar que a NBR 13.969/98 estipula as classes de água para reúso e indica o tratamento satisfatório para que a água cumpra com os parâmetros adequados para cada classe. O reúso não potável para irrigação paisagística tem nível satisfatório com tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso), seguido de filtração de areia e desinfecção (ABNT, 1997), ou seja, como já foi descrito, o tratamento utilizado na indústria é capaz de atingir o padrão de qualidade exigido, além de usar mais etapas do que as que estão preconizadas pela norma em questão.

### 3.2 Monitoramento da qualidade do efluente final

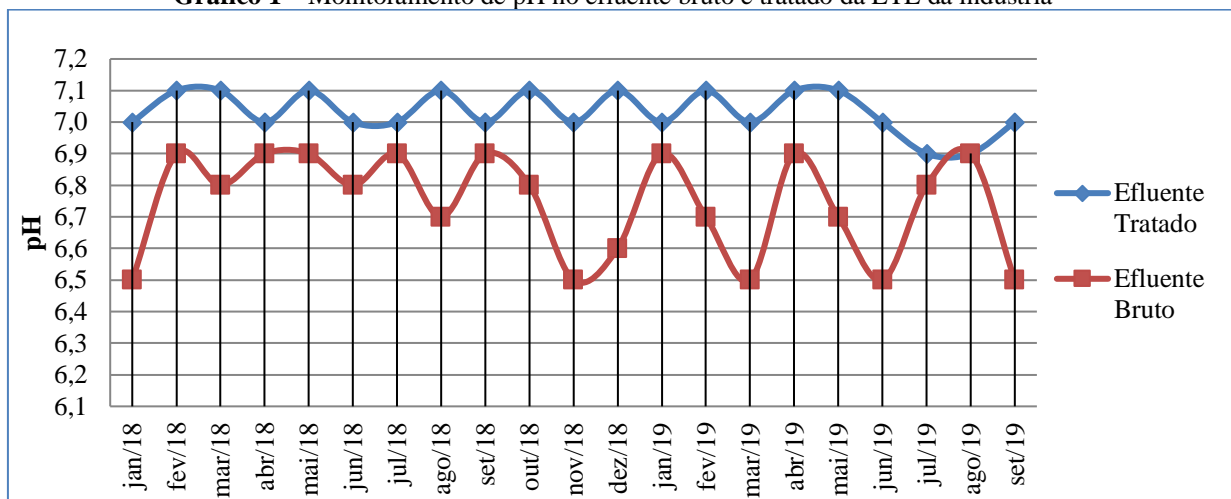
O monitoramento é realizado na ETE da indústria com frequência mensal para todos os parâmetros controlados. Porém, existem parâmetros que podem requerer maior frequência de coleta e análise, como pH e temperatura, devido ao fato de serem importantes para a operação da ETE e, conseqüentemente, para a qualidade do efluente tratado.

A indústria monitora mais parâmetros do que os exigidos pela Resolução COEMA nº 02/2017, já que a referida legislação requer obediência apenas aos parâmetros de coliformes termotolerantes, ovos de helmintos, condutividade elétrica e pH; e a indústria realiza o monitoramento dos parâmetros de pH, temperatura, sólidos sedimentáveis, DBO, DQO, ovos de helmintos, coliformes e condutividade elétrica.

### 3.3 pH

O gráfico 1 mostra os resultados do monitoramento de pH que é realizado na indústria.

**Gráfico 1** – Monitoramento de pH no efluente bruto e tratado da ETE da indústria



Fonte: Autor (2020)

Os dados mostram que não ocorrem grandes variações no pH ao longo do tempo. Considerando o efluente bruto, portanto antes de ser realizado o tratamento, pode-se constatar que são valores bem próximos da neutralidade; variam entre 6,5 e 6,9, o que consiste em uma variação típica do pH de um esgoto, na faixa entre 6,5 e 7,5, de acordo com Jordão e Pessoa (2011, p. 23).

Ao se considerar que a estação de tratamento possui tecnologia de tratamento biológico, a faixa de pH está de acordo com a ideal para a manutenção da diversidade biológica de microrganismos, que serão importantes nas etapas de remoção de matéria orgânica, ou seja, um pH que esteja entre 6 e 9 (LOPES, 2015).

O efluente tratado também não tem grandes variações em seus valores; constata-se que o pH oscilou entre 6,9 e 7,1, um pH praticamente neutro, o que está de acordo com a Resolução COEMA nº 02/2017 que preconiza um pH entre 6,0 e 8,5 para esta modalidade de reúso.

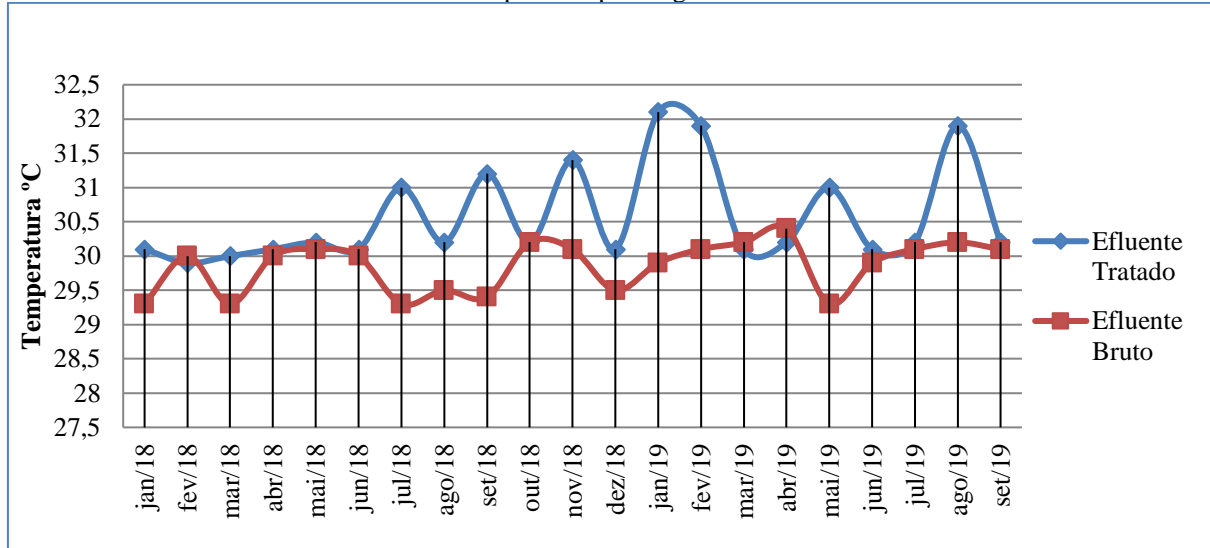
O monitoramento de pH deve ser realizado, pois águas com pH acima de 8,4 podem provocar entupimentos em sistemas de irrigação, assim como águas com valores de pH mais baixos podem corroer os seus componentes metálicos (SILVA *et al*, 2011).

Salienta-se que o pH é um fator importante para a operação da ETE e tem influência direta na indicação de alcalinidade e acidez do processo de tratamento biológico (JORDÃO; PESSOA, 2011 p. 24). O monitoramento da indústria está sendo realizado com frequência mensal, ou seja, o monitoramento deveria ser realizado de forma mais frequente para melhor avaliar as variações de pH, não apenas antes e após o processo, mas também entre as etapas do tratamento.

### 3.4 Temperatura

O gráfico 2 informa os valores de temperatura resultantes do monitoramento realizado na ETE da indústria.

**Gráfico 2 – Monitoramento de temperatura para esgoto bruto e tratado na ETE da indústria**



Fonte: Autor (2020)

O parâmetro de temperatura não possui valor preconizado pela Resolução COEMA nº 02/2017 para a modalidade de reúso discutida neste trabalho, entretanto o monitoramento pode ser realizado já que temperaturas elevadas diminuem o oxigênio dissolvido e aumentam a atividade biológica, que está na faixa ótima entre 25°C e 35°C; temperaturas mais baixas prejudicam o tratamento biológico, principalmente o tratamento anaeróbio (JORDÃO; PESSOA, 2011, p. 22)

Desse modo, o esgoto bruto, que está na faixa entre 29,3°C e 30,4°C, possui temperaturas ideais para a atividade biológica dos microrganismos do tratamento biológico. O efluente tratado da ETE tem temperaturas ligeiramente elevadas em relação ao esgoto bruto, porém, não consiste em valores que venham a prejudicar o reúso para irrigação paisagística, pois as temperaturas estão entre 29,9 °C e 32,1 °C.

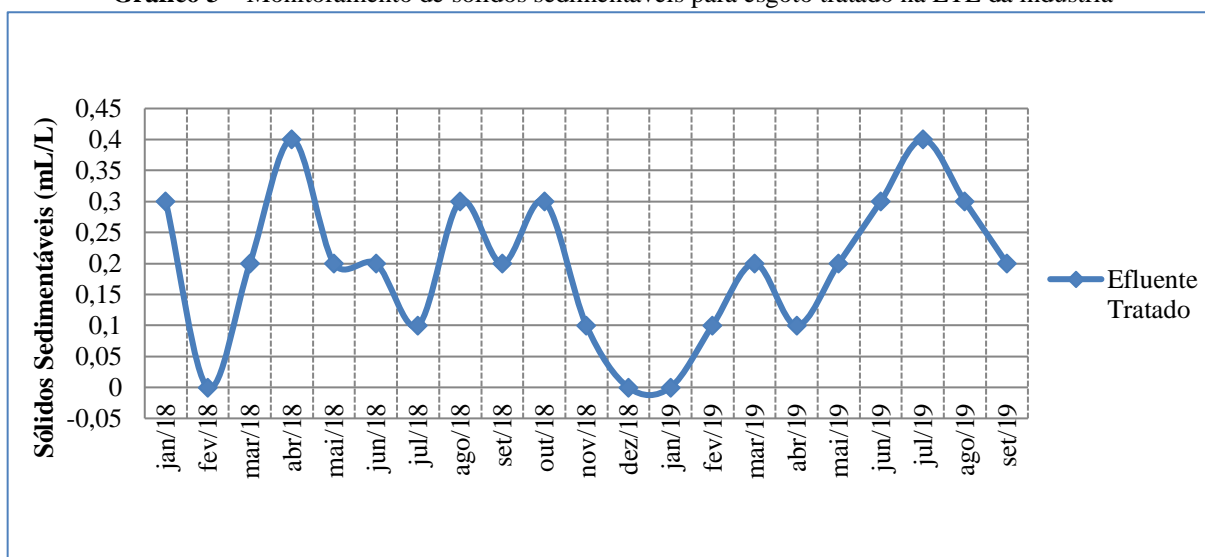
Normalmente, os esgotos têm temperaturas acima da temperatura do ar, típicas entre 20°C e 25°C (JORDÃO; PESSOA, 2011, p. 50), ou seja, o esgoto gerado na indústria possui valor mais elevado, o que se explica devido ao fato de que ela se localiza em uma região de clima tropical quente semiárido, com temperaturas médias que oscilam entre 24°C e 26°C (IPECE, 2017).

A frequência do monitoramento da temperatura é mensal, porém, faz-se necessário salientar que variações bruscas de temperatura podem indicar problemas nas etapas de tratamento e podem reduzir a qualidade do efluente tratado; dessa forma, um monitoramento mais frequente indicaria de maneira mais eficaz a variação de temperatura do processo, não apenas antes e depois do tratamento, mas também durante as etapas do processo.

### 3.5 Sólidos Sedimentáveis

O gráfico 3 indica os valores obtidos de sólidos sedimentáveis no monitoramento realizado pela indústria.

**Gráfico 3** – Monitoramento de sólidos sedimentáveis para esgoto tratado na ETE da indústria



Fonte: Autor (2020)

O monitoramento de sólidos sedimentáveis é realizado apenas para o efluente tratado; dessa forma, não há como se calcular a eficiência de remoção de sólidos sedimentáveis do tratamento. Os valores variam timidamente entre 0,0 mL/L e 0,4 mL/L. Considerando os valores típicos médios para o esgoto bruto de sólidos sedimentáveis, pode-se estipular um esgoto bruto com valor de 10mL/L (JORDÃO; PESSOA, 2011, p. 47), ou seja, que obteríamos uma eficiência de remoção entre 96% e 100%.

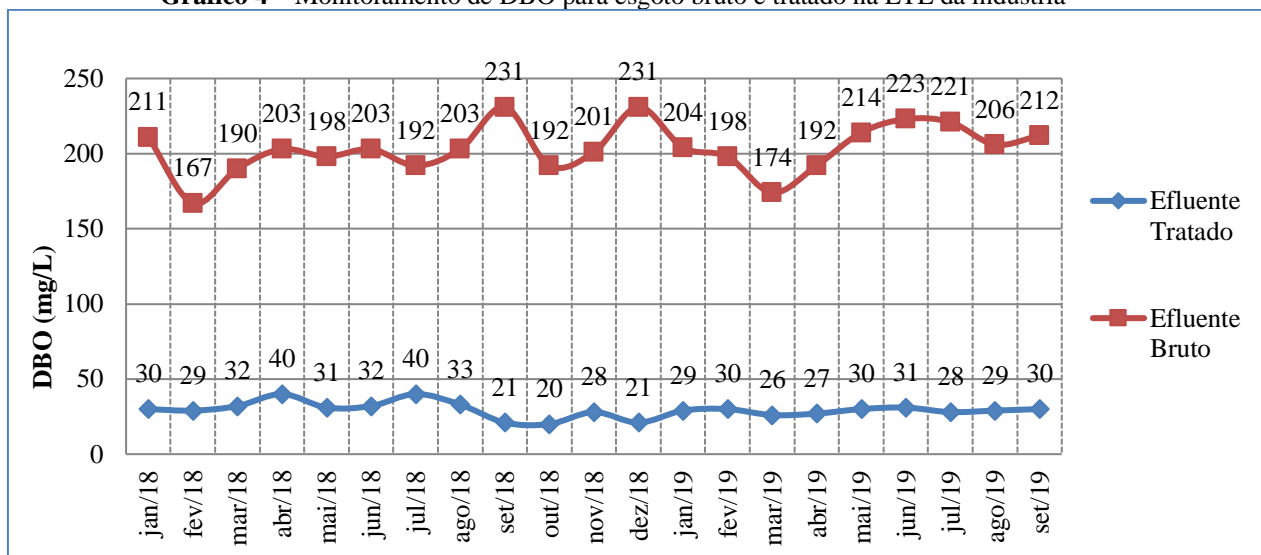
A Resolução COEMA nº 02/2017 não preconiza valores de concentração de sólidos sedimentáveis para a modalidade de reúso discutida neste trabalho, porém, pode ser um parâmetro monitorado, pois é um indicador de poluição na água. Para a modalidade de reúso em questão, podemos afirmar que os níveis de sólidos sedimentáveis estão aceitáveis devido à boa eficiência do tratamento e não devem causar prejuízos na prática de reúso da indústria.



## 3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

O gráfico 4 demonstra os valores de DBO obtidos no monitoramento realizado na indústria e o quadro 1 mostra os respectivos valores para eficiência de remoção de DBO.

Gráfico 4 – Monitoramento de DBO para esgoto bruto e tratado na ETE da indústria



Fonte: Autor (2020)

Tabela 1 – Eficiência de Remoção de DBO na ETE da indústria

Mês	Eficiência de Remoção	Mês	Eficiência de Remoção
<b>Jan/18</b>	70,14%	<b>Dez/18</b>	90,91%
<b>Fev/18</b>	82,63%	<b>Jan/19</b>	85,78%
<b>Mar/18</b>	83,16%	<b>Fev/19</b>	84,85%
<b>Abr/18</b>	80,29%	<b>Mar/19</b>	85,06%
<b>Mai/18</b>	84,34%	<b>Abr/19</b>	85,94%
<b>Jun/18</b>	84,23%	<b>Mai/19</b>	85,98%
<b>Jul/18</b>	79,16%	<b>Jun/19</b>	86,1%
<b>Ago/18</b>	83,74%	<b>Jul/19</b>	87,33%
<b>Set/18</b>	90,9%	<b>Ago/19</b>	85,92%
<b>Out/18</b>	89,58%	<b>Set/19</b>	85,85%
<b>Nov/18</b>	86,07%		

Fonte: Autor (2020)

A eficiência da remoção de DBO foi calculada de acordo com a fórmula:

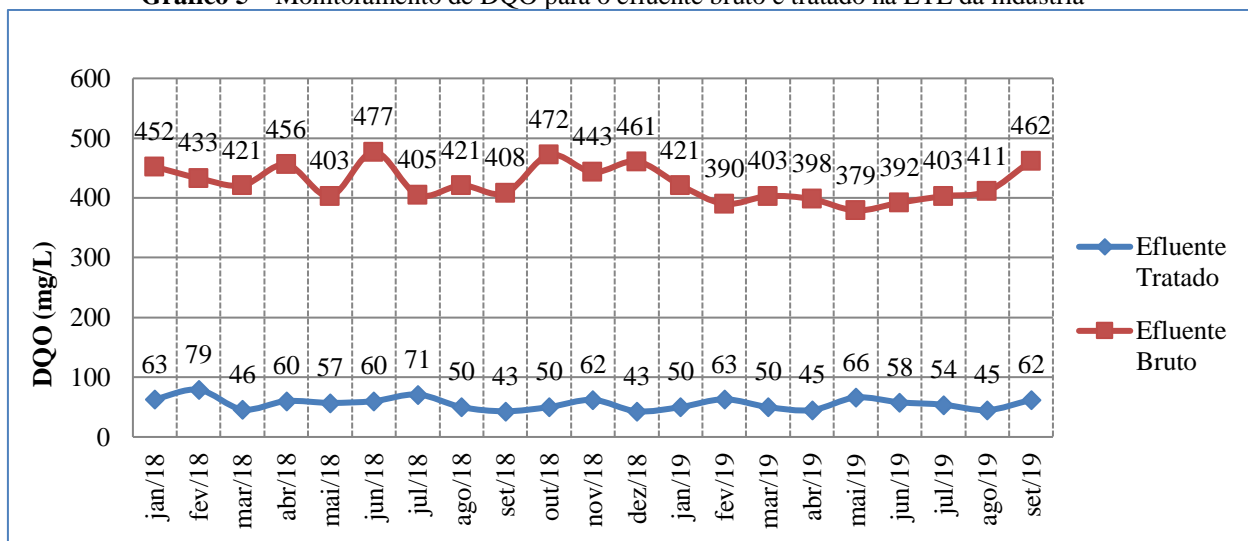
$$\text{Eficiência} = \frac{\text{DBO}_{\text{afluente}} - \text{DBO}_{\text{efluente}}}{\text{DBO}_{\text{afluente}}} \times 100$$

A Resolução COEMA nº 02/2017 não estabelece critério de limite de DBO para a modalidade de reúso aplicada na indústria, no entanto, pode-se realizar o monitoramento para se obter mais indicadores de poluição da água. Os valores para o esgoto bruto variaram entre 167 mg/L e 231 mg/L e os valores para o esgoto tratado variaram entre 20 mg/L e 40 mg/L; a eficiência de remoção de DBO variou entre 70,14 % e 90,91%.

### 3.7 DQO

O gráfico 5 apresenta os valores obtidos pelo monitoramento de DQO realizado na ETE na indústria e a tabela 2 apresenta a eficiência do processo.

**Gráfico 5 – Monitoramento de DQO para o efluente bruto e tratado na ETE da indústria**



Fonte: Autor (2020)

**Tabela 2 – Eficiência de Remoção de DQO na ETE da indústria**

Mês	Eficiência de Remoção	Mês	Eficiência de Remoção
<b>Jan/18</b>	86,06 %	<b>Dez/18</b>	90,67%
<b>Fev/18</b>	81,75%	<b>Jan/19</b>	88,12%
<b>Mar/18</b>	89,07%	<b>Fev/19</b>	83,84%
<b>Abr/18</b>	86,84%	<b>Mar/19</b>	87,59%
<b>Mai/18</b>	85,85%	<b>Abr/19</b>	88,69%
<b>Jun/18</b>	87,42%	<b>Mai/19</b>	82,58%
<b>Jul/18</b>	89,46%	<b>Jun/19</b>	85,2%
<b>Ago/18</b>	88,12%	<b>Jul/19</b>	86,6%
<b>Set/18</b>	89,46%	<b>Ago/19</b>	89,05%

<b>Out/18</b>	89,4%	<b>Set/19</b>	86,58%
<b>Nov/18</b>	86%		

Fonte: Autor (2020)

A eficiência de remoção de DQO foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{DBO}_{\text{afluente}} - \text{DBO}_{\text{efluente}}}{\text{DBO}_{\text{afluente}}} \times 100$$

A Resolução COEMA nº 02/2017 não estabelece limites de concentração de DQP para a modalidade de reúso praticada na indústria, porém, o monitoramento desse parâmetro fornece mais indicadores de poluição, que podem ser avaliados durante o processo.

As concentrações de DQO presentes no esgoto bruto durante o período de monitoramento estiveram entre 379 mg/L e 477 mg/L, já para o efluente tratado os valores obtidos variaram entre 43 mg/L e 79 mg/L; dessa forma, as eficiências de remoção de DQO estiveram entre 81,75% e 90,67%.

Pode-se afirmar que a remoção de DQO é satisfatória para as tecnologias de tratamento utilizadas na indústria.

### 3.8 Coliformes e Ovos de Helmintos

Em todo o período de monitoramento que foi avaliado neste trabalho, as análises realizadas com frequência mensal não detectaram presença de ovos de helmintos e de coliformes totais, apenas para o esgoto tratado; não foi possível determinar a eficiência da remoção e se as características do efluente estão em conformidade com valores típicos de esgoto doméstico.

Este é um fator de grande importância, pois na modalidade de reúso não potável para irrigação paisagística, pode ocorrer o contato direto do operador da irrigação com a água de reúso, assim como o contato de pessoas com as áreas irrigadas com esta água.

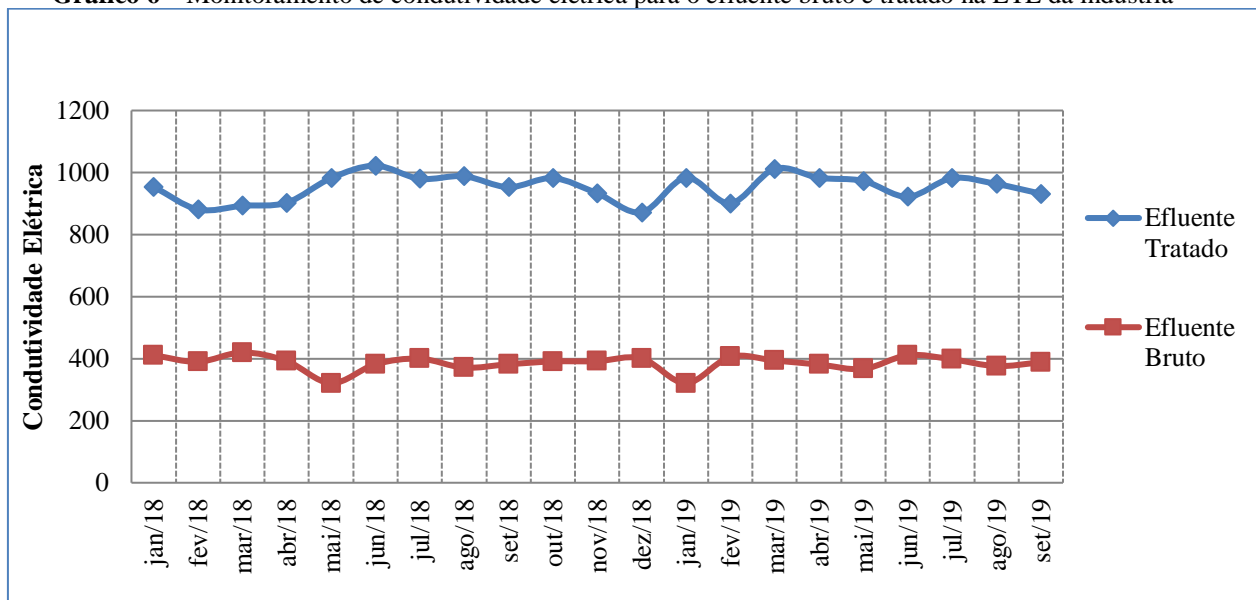
O uso de água que contenha altos valores para esses dois parâmetros envolve grande risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica, já que são fortes indicadores da presença de organismos patogênicos na água.

Para fins de irrigação paisagística, a Resolução COEMA nº 02/2017 estabelece que, para o parâmetro de coliformes termotolerantes, o valor limite deve ser até 1000 CT/100 mL, assim como, para o parâmetro de ovos de helmintos, o valor de até 1 ovo/L de amostra. Portanto, afirma-se que o efluente tratado, sob os aspectos microbiológicos, atende às especificações preconizadas pela resolução para a modalidade de reúso não potável.

### 3.9 Condutividade Elétrica

O gráfico 6 apresenta os valores de condutividade elétrica monitorados pela indústria.

**Gráfico 6** – Monitoramento de condutividade elétrica para o efluente bruto e tratado na ETE da indústria



Fonte: Autor (2020)

O monitoramento indicou que os valores de condutividade elétrica para o esgoto bruto variaram entre 321  $\mu\text{S/cm}$  e 420  $\mu\text{S/cm}$  e para o esgoto tratado os valores obtidos variaram entre 872  $\mu\text{S/cm}$  e 1022  $\mu\text{S/cm}$ . Observa-se um aumento da condutividade elétrica ao longo do processo de tratamento, fato esse que pode ser explicado através da passagem do efluente através do meio filtrante, onde o contato com o material de suporte provoca o arraste de íons pelo esgoto que está sendo tratado (BATISTA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2015), além do fato de que a etapa de desinfecção tem a presença de ácido hipocloroso que, durante o processo, sofre dissociação, gerando íons hipoclorito.

A Resolução COEMA nº 02/2017 estabelece que o limite para o reúso não potável é de 3000  $\mu\text{S/cm}$ , portanto o efluente tratado está em conformidade com a resolução e pode ser aplicado para irrigação paisagística.

A medição de condutividade elétrica proporciona uma noção indireta da quantidade de sais dissolvidos na água, tais como: cloretos, sulfetos, carbonatos e fosfatos, parâmetro importante quando se trata de reúso destinado à irrigação paisagística. A USEPA (BASTIAN; MURRAY, 2012) recomenda que nas áreas que recebem este tipo de irrigação, advinda de água de reúso, a sensibilidade ao sal das plantas deve ser considerada. Segundo Dias *et al.*

(2016), a composição de sais deve ser avaliada na irrigação pois afeta a fotossíntese e pode causar desequilíbrio nutricional.

#### 4 Conclusão

A indústria considerada utiliza apenas esgoto do tipo doméstico para o reúso, o que torna a prática mais segura; possui um arranjo na ETE que está sendo capaz de atender aos padrões preconizados pela Resolução COEMA nº 02/2017 e monitora mais parâmetros dos que são exigidos pela resolução para a modalidade ali aplicada.

O efluente tratado na indústria está de acordo com o padrão preconizado pela Resolução COEMA nº 02/2017. A frequência de monitoramento mensal é apropriada para alguns parâmetros, porém não satisfaz todos os monitorados, pois é importante avaliar a operação da ETE a fim de prevenir possíveis falhas que acarretem prejuízos ao efluente final tratado.

O efluente tratado pode ser utilizado em outras modalidades de reúso não potável, que também estão previstas na referida resolução, tais como: lavagem de pisos e instalações de combate a incêndio. Os parâmetros requeridos possuem os mesmos limites restritivos da modalidade de irrigação paisagística, ou seja, o efluente já está adequado sanitariamente, e o aumento da prática de reúso irá resultar em benefícios econômicos para o empreendimento, assim como maior sustentabilidade ambiental de todo o processo. É necessário verificar se o volume de esgoto tratado atende ao volume requerido para lavagem de pisos e combate a incêndios.

#### Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **ODS 6 no Brasil: visão da Ana sobre os indicadores.** 2019. Disponível em:

<https://www.ana.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/publicacoes/ods6>. Acesso em: 28 mai. 2019.

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: ABNT, 1997.

BASTIAN, R.; MURRAY, Dan. **Guidelines for water reuse.** US EPA Office of Research and Development, Washington, DC, EPA/600/R-12/618, 2012.

BATISTA, Rafael Oliveira; BARRETO, Herlon Bruno Ferreira; ALVES Sandra Maria Campos; SANTOS, Wesley de Oliveira; FREIRE, Francisco Gilliard Chaves. **Remoção de**

nitrito e condutividade elétrica em biofiltros operando com esgoto doméstico primário. **Global Science and Technology**, Rio Verde-GO, v. 5. n. 1. p.59-69, 2012.

BRASIL. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União nº 053, de 18/03/2005, p. 85-63. 2005.

COEMA. **Resolução nº 02 de 02 de fevereiro de 2017**. Ceará, Diário Oficial do Estado do Ceará, 2017.

COSTA, Ernani S.; BARBOSA FILHO, Olavo; GIORDANO, Gandhi. **Reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB): uma abordagem concisa**. 1. ed. Rio de Janeiro: COAMB/FEN/UERJ, 2014. 121 p. v. 5.

DANTAS; SALES. Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reúso da água. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. São Paulo, v.3, n.3, p. 4-19, 2009.

DIAS, Nildo da S. *et al.* Efeito dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. *In*: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo S; LACERDA, Claudivan F.; GOMES FILHO, Enéas (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016.

FIESP. **O uso racional da água no setor industrial/confederação nacional da indústria**. 2. ed. Brasília: CNI, 2017.

HESPAÑHOL, Ivanildo. A Inexorabilidade do reúso potável direto. **Revista DAE**. São Paulo, v. 163. n. 198, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. IPECE. **Perfil Municipal 2017: Juazeiro do Norte**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 2017. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Juazeiro\\_do\\_Norte\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Juazeiro_do_Norte_2017.pdf). Acesso em: 28 mai. 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 994 p. v. 1.

LOPES, Thiara Reis. **Caracterização do esgoto sanitário e lodo proveniente de reator anaeróbico e de lagoas de estabilização para avaliação da eficiência na remoção de contaminantes**. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Medianeira, 2015.

METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5. ed. [s. l.], McGraw Hill, 2015. 2008 p.

MORELLO, Caroline Graciana. **Comportamento de um filtro biológico aerado submerso (FBAS) no pós-tratamento de um reator anaeróbico de leito fluidizado (RALF)**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

FILHO, H.A.S.; VAN HAANDEL, A.; MOTA, L.S. Otimização da modelação de remoção de nitrogênio em sistemas de lodo ativado. **Revista DAE**, São Paulo, v. 66, n. 209, 2018.

SILVA, Ítalo Nunes *et al.* Qualidade de água na irrigação. **ACSA - Agropecuária científica no semi-árido**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 01-15, 2011.

SOUZA, Claudinei Fonseca *et al.* Eficiência de estação de tratamento de esgoto doméstico visando reúso agrícola. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 10, n. 3, p. 587-597, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1549>.

UNESCO. **Relatório mundial das nações unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos**. Itália: UNESCO, 2019.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse**. Washington: EPA, 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Minas Gerais: UFMG, 2005. 452 p.