



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

## ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS ORIUNDOS DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

**Bruna Mantovani** – brumantovani@hotmail.com

**Gabriela Cavion** – gabrielacavion@gmail.com

**Leandro Dornelles** – leco.jacque@hotmail.com

**Raquel Finkler** – raquel.finkler@fsg.edu.br

**Janice Hamm** – janice.souza@fsg.edu.br

**Centro Universitário da Serra Gaúcha – FSG**

**Resumo:** Com o crescente aumento da fiscalização realizada pelos órgãos ambientais quanto ao lançamento de efluentes industriais nos corpos receptores, as indústrias vêm buscando tratar os seus efluentes com maior eficácia, para isso, necessitam de sistemas de tratamento complexos. Diante deste cenário, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência de uma estação de tratamento de efluentes (ETE), baseada em processos de coagulação e floculação, através das análises dos efluentes pós-tratamento de uma indústria do setor metalúrgico. Para este fim, foram avaliados resultados de análises laboratoriais terceirizadas e realizados comparativos à legislação ambiental vigente. Os parâmetros observados foram Demanda Química de Oxigênio (DQO), fósforo total, coliformes termotolerantes, ferro total, óleos e graxas minerais, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais e Nitrogênio total Kjeldahl. Os resultados mostraram uma elevada concentração de fósforo, estando acima dos limites pré-estabelecidos pela legislação. Assim, observa-se a necessidade de reavaliar o sistema de tratamento secundário a fim de identificar as possíveis falhas do processo e adequá-lo, visando aumentar os índices de remoção do fósforo, atendendo desta forma a legislação vigente.

**Palavras-chave:** Efluentes industriais; Fósforo; Legislação; Eficiência.



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

## ANALYSIS AND CHARACTERIZATION OF INDUSTRIAL WASTEWATER EFFLUENTS FROM AN AUTOMOTIVE INDUSTRY

**Abstract:** *With the increasing increase of the inspection carried out by the environmental agencies regarding the release of industrial wastewater effluents in the receiving bodies, the industries have been trying to treat their wastewater effluents with greater efficiency, for that, they need complex treatment systems. Considering this scenario, the present work has the objective of evaluating the efficiency of a Wastewater Treatment Plant (WWTP), based on coagulation and flocculation processes, through post-treatment effluent analysis of automotive metallurgical industry. For this purpose, the results of third-party laboratory analysis and comparative analysis of the current environmental legislation were evaluate. The parameters observed were Chemical Oxygen Demand (COD), total phosphorus, thermotolerant coliforms, total iron, mineral oils and greases, pH, sedimentable solids, total suspended solids and total Kjeldahl Nitrogen. The results showed a high concentration of phosphorus, being above the limits established by the legislation. Thus, it is observed the need to re-evaluate the secondary treatment system in order to identify the possible flaws of the process and to adapt it, aiming to increase the phosphorus removal rates, thus meeting current legislation.*

**Keywords:** *Industrial effluents; Phosphor; Legislation; Efficiency.*

### 1. INTRODUÇÃO

As características quali-quantitativas dos recursos hídricos atreladas a preservação ambiental estão entre os maiores desafios para a indústria, órgãos governamentais e fiscalizadores e a população de modo geral. Apesar da grande disponibilidade hídrica do Brasil, o lançamento de pequenas quantidades de poluentes específicos em um corpo hídrico ou lençol freático podem causar uma elevada contaminação, resultando em custos para o seu tratamento e um impacto ambiental negativo.

Aliado a está prerrogativa, exigências legais passaram a ocorrer de forma mais intensa no setor industrial e assim, o investimento em sistemas de tratamento de efluentes se tornou incontestável. Em contrapartida, por se ter um elevado custo para implementação, muitas medidas vêm sendo adotadas com o objetivo de reduzir e reutilizar da melhor forma os insumos, para proporcionar economia.

Nesta perspectiva, é crucial o conhecimento dos efluentes gerados para que seja possível projetar e operar sistemas de tratamento, que, além de serem eficientes devem ser econômicos. Ademais, apesar de muitos processos produtivos serem similares e largamente utilizados em diversos países, as características dos efluentes gerados variam tanto de forma quantitativa quanto qualitativa, em função dos insumos utilizados nos processos industriais e dos produtos fabricados.

A partir desta prerrogativa, pode-se determinar qual a composição química, física e biológica presente no efluente. No Brasil, através da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 (BRASIL, 2005) foram classificados os corpos hídricos e estabelecido as condições e padronizações de lançamento dos efluentes. Quanto ao estado do Rio Grande do Sul, as empresas devem atender os critérios e parâmetros de emissões descritos na Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) nº 355 (RIO GRANDE DO SUL, 2017). Considerando a referida legislação, os principais parâmetros aplicáveis ao processo de tratamento de efluente industrial são os sólidos suspensos totais, sólidos sedimentáveis, temperatura, Demanda Bioquímica Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), coliformes termotolerantes, pH, matéria orgânica, óleos



e graxas, ferro, nitrogênio e fósforo. A Tabela 1 apresenta os padrões e limites estabelecidos atualmente. No entanto, cabe salientar, que cada empresa terá parâmetros específicos a ser avaliados, que serão definidos pelos órgãos ambientais e contidos na licença de operação.

Tabela 1. Parâmetros e limites para o lançamento de efluentes líquidos de fontes poluidoras.

Parâmetro	Limite lançamento conforme vazão	
	Q < 100 m <sup>3</sup> / dia	100 ≤ Q < 500 m <sup>3</sup> / dia
Ferro total	10 mg/ L	
Óleos e graxas mineral	≤ 10 mg/L	
pH	Entre 6 e 9	
Sólidos sedimentáveis	≤ 1 mL/L em teste de 1 (uma) hora em Cone Imhoff	
Temperatura	40°C	
DBO	120 mg/L	110 mg/L
DQO	330 mg/L	330 mg/L
Sólidos suspensos totais (SST)	140 mg/L	125 mg/L
Fósforo	4 mg/L ou 75% de eficiência	3 mg/L ou 75% de eficiência
Nitrogênio Amoniacal	20 mg/L	20 mg/L
Coliformes Termotolerantes	10 <sup>5</sup> NMP/ 100 mL ou 95% de eficiência	10 <sup>4</sup> NMP/ 100 mL ou 95% de eficiência

Fonte. Adaptado Resolução CONSEMA 355 (RIO GRANDE DO SUL, 2017).

Após a caracterização qualitativa, é fundamental a determinação quantitativa dos efluentes, ou seja, determinação das vazões e das cargas mássicas dos constituintes do efluente. A análise quantitativa é essencial tanto para o aperfeiçoamento das estações de tratamento já existentes, bem como, para o desenvolvimento de novas unidades. Dados atuais e futuros das vazões e taxa de carga poluidora são de extrema importância para o dimensionamento correto da rede hidráulica, da capacidade operacional e dos componentes operacionais do sistema (METCALF & EDDY, 2016).

Com base neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os efluentes tratados de uma indústria metalúrgica do estado do Rio Grande do Sul. Para isso, foram avaliados os seguintes parâmetros: Demanda Química de Oxigênio (DQO), fósforo total, coliformes termotolerantes, ferro total, óleos e graxas minerais, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais e Nitrogênio total Kjeldahl. Além disso, também foi estudado a vazão e o projeto da estação de tratamento (ETE) da referida empresa. Com estas análises, pretende-se verificar a necessidade de melhorias no processo de tratamento de efluentes da empresa em questão, visando contribuir para o atendimento integral dos parâmetros exigidos pela legislação.

## 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo inicialmente foram avaliadas a estrutura da estação de tratamento de efluentes (ETE) e os parâmetros físicos, químicos e biológicos pós-tratamento. Com essas informações, foi possível estimar a qualidade dos efluentes tratados, bem como verificar o atendimento dos padrões de lançamento de acordo com a legislação em vigor.

A determinação dos parâmetros de DQO, fósforo total, coliformes termotolerantes, ferro total, óleos e graxas minerais, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais e Nitrogênio total Kjeldahl foi realizada mensalmente, por laboratório terceirizado contratado pela empresa em estudo, durante o período de janeiro a junho de 2017.

Para análise quantitativa dos efluentes gerados na empresa, foram obtidos dados a partir do Sistema de Auto Monitoramento de Efluentes Líquidos Industriais – SISAUTO. Este sistema recebe

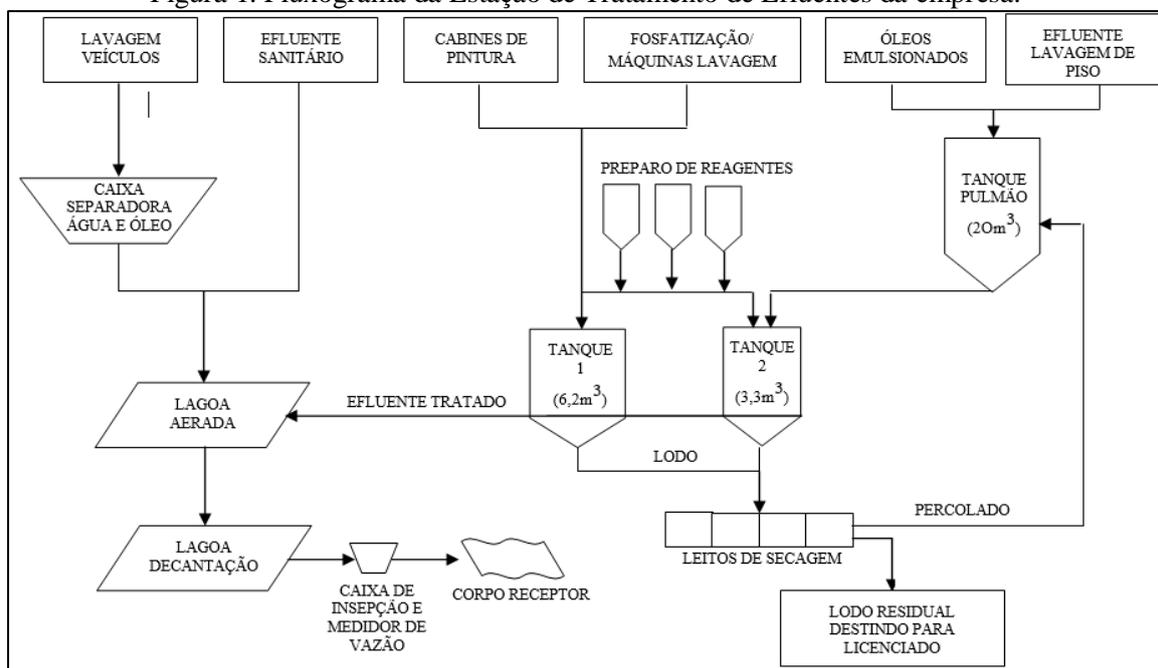


dados diários de vazão e outros parâmetros medidos a partir da caixa de inspeção na saída do efluente tratado, os quais são enviados para controle do órgão ambiental.

### Descrição da ETE

A empresa em estudo desenvolve atividades de usinagem, estamparia, pintura, tratamento de superfície e lavagem de peças. O sistema de tratamento de efluentes da empresa é dividido em duas etapas. Na primeira etapa, o efluente industrial é submetido ao tratamento físico-químico por batelada em dois tanques. A segunda etapa refere-se ao tratamento biológico através de lagoa aerada, seguida de lagoa de decantação. Na Figura 1 apresenta-se fluxograma do funcionamento dos tratamentos dos efluentes.

Figura 1. Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes da empresa.



Fonte. Autor (2017).

Inicialmente, o tanque pulmão recebe óleos emulsionados e efluentes de lavagem de piso, os quais posteriormente, passam para o tanque 1 ou 2, responsáveis pelo tratamento físico químico, com capacidade de 6,2 m<sup>3</sup> e 3,3 m<sup>3</sup>, respectivamente. Além disso, estes também recebem efluentes do setor de usinagem, cabines de pintura, tratamento de superfície e lavagem de peças. Estes tanques contam com agitadores mecânicos para promover a coagulação e floculação do meio. Os mesmos também recebem dosagem de reagentes contendo ácido sulfúrico, hidróxido de sódio e sulfato de alumínio.

Após o término de cada batelada, os efluentes industriais são conduzidos a uma lagoa aerada de mistura completa. O lodo formado do tratamento físico-químico é descartado nos leitos de secagem com fundo falso para desidratação do mesmo e o percolado é retornado para o tanque pulmão para futuro tratamento.

A lagoa aerada possui 2,5 m de profundidade e conta com um aerador mecânico de 7 CV. Esta recebe, além dos efluentes industriais tratados, os efluentes sanitários e o de lavagem de veículos. Este último, antes de ser lançado passa pelo separador de água e óleo. Após um período de detenção na lagoa aerada de aproximadamente 17 dias, os efluentes são enviados para a lagoa de decantação onde ficam novamente em detenção, porém por um período médio de 3,5 dias e na sequência são lançados



para o corpo hídrico receptor. A vazão de saída é controlada através da caixa de inspeção antes do seu lançamento.

Ressalta-se que atualmente a empresa também conta com a terceirização de tratamento de efluentes oriundos das máquinas de retífica e plasma. Isto ocorre devido aos mesmos necessitarem de tratamentos físico-químicos complexos, os quais, o sistema de tratamento não oferece a estrutura necessária para a realização.

### **Análises qualitativas, físico-químicas e biológicas dos efluentes pós tratamento**

Os parâmetros avaliados e os limites de concentração foram estabelecidos conforme exigência da licença de operação da empresa (Tabela 2), tendo em vista que a mesma deve atingir de forma integral os padrões de lançamento no corpo receptor.

Tabela 2. Parâmetros e padrões de emissão dos efluentes ao corpo receptor.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade de medida</b>	<b>Limite permitido</b>
Coliformes termotolerantes	NMP/ 100 mL	até 10 <sup>5</sup>
DQO	mg O <sub>2</sub> / L	400
Fósforo total	mg P/ L	4
<i>Nitrogênio total Kjeldahl</i>	mg N/ L	20
Ferro total	mg Fe/ L	10
Óleos e graxas minerais	mg OG/ L	10
pH	-	entre 6 e 9
Sólidos sedimentáveis	mL/ L	1
Sólidos suspensos totais	mg SST/ L	180
Temperatura efluente	°C	inferior 40
Temperatura do dia	°C	-
Vazão	m <sup>3</sup> / dia	24

Fonte. Adaptado da Licença de Operação da empresa.

As amostras seguiram uma metodologia de coleta onde diferentes pontos da lagoa de decantação foram considerados, sempre no período das 8 às 10h da manhã. Posteriormente, as mesmas eram homogeneizadas e encaminhadas para o laboratório responsável pela execução das análises. Os métodos de análise são baseados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMWW), com exceção das medidas de pH, temperatura e vazão, as quais, são fornecidos pela própria empresa. Estes últimos parâmetros são reportados ao SISAUTO semestralmente. Para o pH utiliza-se fitas indicadoras de pH. A temperatura é medida a partir de um termômetro e por fim, a medida de vazão ocorre através de um vertedor triangular instalado na caixa de inspeção na saída do efluente da lagoa de decantação.

Ainda, ressalta-se que todas as análises foram realizadas uma vez por mês, de janeiro a junho de 2017.

### **3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Na Tabela 3 é apresentado os resultados encontrados a partir da análise dos efluentes pós-tratamento, bem como os limites estabelecidos na licença de operação da empresa em estudo.

Tabela 3. Valores de concentração dos parâmetros pós tratamento do efluente, bem como os limites



permitidos pela legislação.

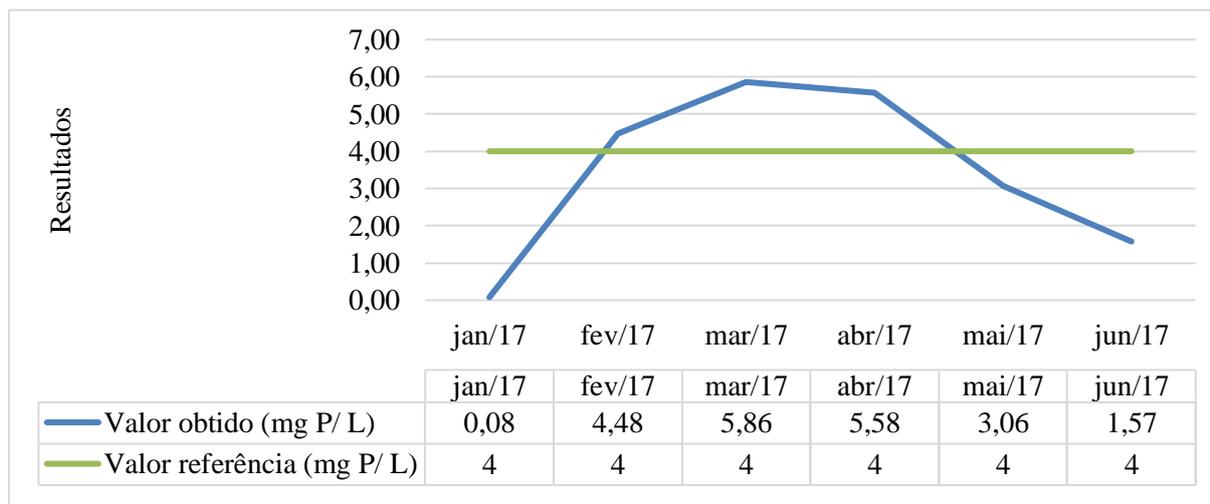
Parâmetros	Unidade de medida	Límite permitido	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17
Coliformes termotolerantes	NMP/ 100 mL	até 10 <sub>5</sub>	1870,00	100,00	1120,00	310,00	2160,00	3050,00
DQO	mg O <sub>2</sub> / L	400	88,00	34,70	39,90	87,10	47,70	47,50
Fósforo total	mg P/ L	4	0,08	4,48	5,86	5,58	3,06	1,57
Nitrogênio total Kjeldahl	mg N/ L	20	1,25	7,73	4,69	10,9	5,26	5,57
Ferro total	mg Fe/ L	10	0,09	0,62	0,28	0,16	0,29	0,36
Óleos e graxas minerais	mg OG/ L	10	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	1,00	2,90
pH	-	entre 6 e 9	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Sólidos sedimentáveis	mL/ L	1	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sólidos suspensos totais	mg SST/ L	180	< 2,00	47,00	< 2,00	< 2,00	2,50	2,00
Temperatura efluente	°C	inferior 40	22,00	21,00	21,00	19,00	20,00	15,00
Temperatura do dia	°C		24,00	23,00	22,00	20,00	17,00	13,00
Vazão	m <sup>3</sup> / dia	24 m <sup>3</sup> /dia	9,79	4,36	4,90	80,50	25,49	19,20

Fonte: Empresa (2018).

Analisando os valores apresentados na Tabela 3, foi possível observar que a ETE em estudo atende os limites estabelecidos pela legislação para os parâmetros DBO, coliformes termotolerantes, ferro total, óleos e graxas minerais, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais e Nitrogênio total Kjeldahl. Já os valores de concentração do fósforo total atende parcialmente o limite pré-estabelecido pela legislação, isto é, 4 mg P/L.

Observando-se os valores encontrados para o fósforo total, Tabela 3, percebe-se que este está acima do limite permitido em parte do período de tempo estudado. O mesmo ainda apresenta flutuações nas concentrações, isto é, em alguns meses como fevereiro, março e abril, estes valores ultrapassaram o limite pré-estabelecido pela legislação em mais de 10%, conforme Figura 2.

Figura 2. Gráfico referente aos valores obtidos nas análises de fósforo presente no efluente pós-tratamento.



Fonte. Autor (2018)

A elevada concentração do composto fosfatado encontrada nesta ETE, está vinculada a etapa do processo produtivo de fosfatização de peças e também, oriunda do efluente sanitário



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

(DORIGON; TESSARO, 2010). Atribui-se este resultado aos tratamentos utilizados pela empresa, isto é, os efluentes que partem dos processos de fosfatização passam por um tratamento físico-químico, o qual, segundo a literatura não apresenta elevada eficiência para a remoção deste componente (ZUTHI et al., 2012).

Já os efluentes sanitários passam somente por tratamento biológico. Tratamentos biológicos removem apenas uma pequena quantidade de fósforo via síntese celular (LESJEAN, 2003). O fosfato que é acumulado pelos organismos bacteriológicos possui altas concentrações de polifosfato em suas células, conseqüentemente, exigem condições muito específicas anaeróbicas, aeróbicas e de anoxia. Desta forma, tornando o processo de remoção de fósforo mais complexo quando comparado a remoção de nitrogênio e DQO. Fatores como alcalinidade, pH, tempo de detenção hidráulica, temperatura e outros fatores influenciam diretamente a eficiência de remoção de nutrientes por tratamentos biológicos (ZUTHI et al., 2012).

Estes resultados ratificam a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre os efluentes e os tratamentos utilizados, para que assim, possa ser identificado e sugerido modificações que visem atender na íntegra os padrões de lançamento exigidos pelo órgão ambiental. Assim, para se alcançar maiores remoções há necessidade de uma análise mais criteriosa dos efluentes do processo e talvez a inserção de tratamentos terciários, os quais se inclui, por exemplo, precipitação química, adsorção ou absorção.

Os valores de vazão média diária, Tabela 3, apresentaram-se acima dos limites estabelecidos pela legislação (24 m<sup>3</sup>/d) nos meses de abril e maio, sendo este de aproximadamente 80 e 25 m<sup>3</sup>/d, respectivamente. Acredita-se que estes resultados possam estar relacionados ao clima, visto que a umidade relativa no dia da coleta era de 86% em abril e de 92% em maio, caracterizando presença de chuva em ambos os meses.

No entanto, evidencia-se que a referida empresa possui as tubulações pluviais separadas dos demais processos, revelando ainda mais que o aumento da vazão obtida seria referente a contribuição da precipitação superficial. Salienta-se também que o aumento da vazão pode ter influência devido a topografia do local, visto que há uma diferença altimétrica bastante significativa, sendo a ETE localizada na cota menor. Desta forma, não representando mal dimensionamento da ETE em estudo.

Com base nas análises físico-químicas observa-se que a eficiência desta ETE para o parâmetro fósforo, está comprometida. Fazendo-se necessário assim, estudos aprofundados para verificação da caracterização de cada um dos efluentes descartados, em especial realizar comparação do efluente bruto com o efluente tratado para averiguar a eficiência de remoção dos tratamentos e, posteriormente indicação de modificações no sistema.

#### 4. CONCLUSÃO

O presente trabalho obteve resultado satisfatório em relação ao levantamento quali-quantitativo do sistema de tratamento de efluentes da empresa em estudo.

Os parâmetros físico-químicos DQO, coliformes termotolerantes, ferro total, óleos e graxas minerais, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais e Nitrogênio total *Kjeldahl* atenderam os limites pré-estabelecidos pela Resolução CONSEMA nº 355 (RIO GRANDE DO SUL, 2017). Já o fósforo apresentou valores acima do permitido, acarretando no descarte de um efluente com alta concentração deste composto, podendo vir a prejudicar o meio ambiente.

Assim, conclui-se que o sistema de tratamento de efluentes da empresa não atende por completo os padrões de lançamento. Para a determinação da eficiência da ETE, bem como para a identificação de soluções tecnológicas estão sendo conduzidos estudos de caracterização dos efluentes nas diferentes etapas de tratamento, a fim de aumentar a eficiência da mesma. Além disto, a empresa possui em seu cronograma a readequação da estrutura da lagoa aerada.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

ALBORNOZ, L. L. **Estudo de caso: Avaliação da eficiência de uma estação de tratamento de efluentes de um campus universitário.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2015.

BEZERRA, F. F. N. **A gestão ambiental nas indústrias de confecções com lavanderia em Teresina.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí (UFPI), 2006.

BRITO, A. M.; PEREIRA, P. S. **Controle ambiental.** Ceará: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2012.

COMIN, A. M. **Proposta de tratamento complementar ao efluente proveniente de uma indústria de cosméticos.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2017.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). **Resolução nº 357**, de 18 de março de 2005. Brasília, DF, 2005.

CONSEMA (Conselho Estadual de Meio Ambiente). **Resolução nº 355**, de 19 de julho de 2017. Rio Grande do Sul, 2017.

DEZOTTI, M. **Processos e Técnicas para o Controle Ambiental de Efluentes Líquidos.** Rio de Janeiro: E-papers, 2008. 360p.

DORIGON, E. B.; TESSARO, P. Caracterização dos efluentes da lavagem automotiva em postos de atividade exclusiva na região AMAI – Oeste catarinense. **Unoesc & Ciência**, v. 1, n. 1, p. 13–22, 2010.  
FLECK, L. Remoção biológica de nitrogênio em efluentes líquidos: uma revisão. 2015.

EDLINGER, A. R. **Caracterização de Efluente de Indústria Metalúrgica e Proposta de Tratamento.** III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Goiânia, 2012.

IBRAHIN, F. I. D.; IBRAHIN, F. J.; CANTUÁRIA, E. R. **Análise ambiental: gerenciamento de resíduos e tratamento de efluentes.** 1a ed. São Paulo: Érica, 2015.

MACÊDO, J. A. B. **Águas e Águas.** São Paulo: Livraria Varela, 2001.

JÚNIOR, R. M. **Reúso de água em indústria metalúrgica rolamenteira – Estudo de caso da SKF do Brasil Ltda.** Dissertação para Mestrado em Saneamento Básico – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), 2006.

LESJEAN, B. et al. Enhanced biological phosphorus removal process implemented in membrane bioreactors to improve phosphorous recovery and recycling. **Water Science and Technology**, v. 48, p.87–94, 2003.

METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos.** Tradução: HESPANHOL, I.; MIERZWA, J. C. 5a ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MIHELICIC, J. R. ZIMMERMAN, J. B. **Engenharia ambiental: fundamentos, sustentabilidade e projeto.** Rio de Janeiro: LTC, 2012. 617p.



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2006. 285p.

SILVEIRA, G. E. **Sistemas de tratamento de efluentes industriais**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2010.

STEIN, R. T. **Caracterização e avaliação do sistema de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia, visando o reuso**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES, 2012.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água – Tecnologia atualizada**. 5a ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, 2003. 331p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 1996. 243p.

VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização**. 2ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2002. 196p.

ZANOTELLI, C. T. **Modelagem matemática de nitrogênio e fósforo em lagoas facultativas e de aguapés para tratamento de dejetos suínos**. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2002.

ZUTHI, M. F. R. et al. WITHDRAWN: A Mini Review of Biological Phosphorus Removal and its Mathematical Modelling for Activated Sludge and Membrane Bioreactor Processes in Wastewater Treatment. **Water Research**, 2012.