

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM ERECHIM  
CURSO DE BACHARELADO EM GESTÃO AMBIENTAL**

**LEONARDO FUSINATO**

**AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTE QUÍMICO GERADO EM UMA  
EMPRESA METAL MECÂNICA NA CIDADE DE ERECHIM- RS**

**ERECHIM**

**2019**

**LEONARDO FUSINATO**

**AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTE QUÍMICO GERADO EM UMA  
EMPRESA METAL MECÂNICA NA CIDADE DE ERECHIM- RS**

Artigo apresentado como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. André de Lima Cardoso

**ERECHIM**

**2019**

**LEONARDO FUSINATO**

**AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTE QUÍMICO GERADO EM UMA  
EMPRESA METAL MECÂNICA NA CIDADE DE ERECHIM- RS**

Artigo apresentado como requisito final  
para a obtenção do título de Bacharel em  
Gestão Ambiental na Universidade  
Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. André de Lima  
Cardoso

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr André de Lima Cardoso  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

---

Profª. Me. Joyce Cristina Gonçalves Roth  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

---

Prof. Dr. Roberto Serena Fontaneli  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

**ERECHIM**

**2019**

# AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTE QUÍMICO GERADO EM UMA EMPRESA METAL MECÂNICA NA CIDADE DE ERECHIM- RS

Leonardo Fusinato<sup>1</sup>

## RESUMO

O presente trabalho acompanhou o tratamento químico de efluente de uma empresa de confecção de peças metálicas localizadas no município de Erechim. Com uma relação DQO/DBO de 3,1 e SST acima de 200 mg L<sup>-1</sup>, o efluente gerado classifica-se como de baixa biodegradabilidade, passível de ser tratado por correção de pH e posterior floculação com coagulante químico, como determinado na empresa. O processo de tratamento químico do efluente acompanhado, segundo laudos, mostrou-se eficaz na redução bruta para a maioria dos parâmetros, tornando-os condizentes com a licença de operação da empresa. Somente o índice de fósforo não alcançou o limite estabelecido na licença de operação. Conforme o resultado da última análise, o valor está 23% acima dos níveis acordados em LO.

**Palavras-chave:** Efluentes industriais. Tratamento. Impacto.

## ABSTRACT

The present work followed the effluent chemical treatment of a metal parts manufacturing company located in Erechim-RS. With a DQO/DBO ratio of 3.1 and SST above 200 mg L<sup>-1</sup>, the generated effluent is classified as low biodegradable, capable of being treated by pH correction and subsequent flocculation with chemical coagulant, as determined by the company. The process of chemical treatment of the effluent, according to reports, proved to be effective in reducing gross, for most parameters, making them consistent with the company's operation license. Only the phosphorus index did not reach the limit established in the operating license. According to the result of the last analysis, the value is 23% above the prescribed levels in the operation license.

**Keywords:** Industrial effluents. Treatment. Impact.

## 1 INTRODUÇÃO

A falta de saneamento básico segue sendo um mal que assola o país, principalmente em consequência da inexistência de recursos para tal e o total descaso dos governos quanto a sua necessidade emergencial. Em decorrência disso, a saúde pública torna-se precária e mais suscetível às doenças provindas da contaminação dos corpos hídricos, advinda da falta de saneamento. Em termos comparativos do quão importante é a presença de saneamento básico, pode-se fazer ponderações quanto a investimentos ligados a saúde e saneamento. Estima-se que a cada R\$ 4,00 gastos com saúde, apenas R\$ 1,00 é destinado ao de saneamento (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS 2017), ou seja, o

---

<sup>1</sup> Acadêmico de gestão ambiental, unidade em Erechim: leonardo-fusinato@uergs.edu.br

saneamento deveria ser seguido em primeiro plano, pois reduzem os gastos vinculados ao tratamento de doenças ocasionadas pela água contaminada, como a cólera.

Os efluentes industriais são 7 vezes mais poluentes que o esgoto doméstico (Dados de uma pesquisa feita pelo Grupo de Economia e Infraestrutura & Soluções ambientais). Para isso, nota-se a necessidade das empresas fazerem a gestão dos seus resíduos, principalmente líquidos de maneira responsável. Para garantir que as empresas alcancem os padrões, a legislação ambiental se firma na Resolução nº 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. No âmbito estadual, se ampara sobre a Resolução nº 355/2017 do Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA, que dispõe sobre os critérios e padroniza os valores dos parâmetros que podem ser lançados em águas superficiais.

A necessidade deste estudo, leva em conta a grande quantidade de indústrias na cidade de Erechim, enfatizando a necessidade de monitorar o tratamento do efluente industrial químico especificamente gerado em uma empresa responsável pela fabricação de carrocerias metálicas, especializada na área de logística agroindustrial, localizada na área industrial da cidade. Com os resultados obtidos, pretende-se traçar um perfil ambiental e mensurar a pegada ecológica que as empresas deixam no ambiente.

Contudo, o trabalho visou estimar os valores da demanda biológica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), cor, pH, temperatura, odor, dureza, fósforo total, ferro, alumínio, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis (SST) e suspensos (SS), materiais flutuantes, além de surfactantes no efluente gerado, confrontando os limites estabelecidos na licença de operação da empresa com a legislação vigente, a fim de inspecionar a qualidade com as quais eles estão sendo devolvidos aos corpos receptores, bem como, na presença de alguma não conformidade referente a algum parâmetro, sugerir um modelo alternativo de tratamento ou possível solução de correção para problemas encontrados.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Tratamento de efluentes**

Para Jordão e Pessôa (2005), os processos para o tratamento de efluentes são classificados em físicos, químicos e biológicos. Nos processos físicos, há predominância dos fenômenos físicos com a remoção das substâncias sedimentáveis e que não se encontram dissolvidas. Essa remoção é feita pelo tamanho de partícula, peso específico e viscosidade. O processo químico é utilizado quando os processos físicos e biológicos não atendem ou não atuam eficientemente nas características que se deseja reduzir ou remover. São dependentes das propriedades químicas dos contaminantes e dos reagentes incorporados nas operações de coagulação, precipitação química e oxidação. Já os processos biológicos, se baseiam em reações bioquímicas para a eliminação dos contaminantes solúveis ou coloidais pela ação dos micro-organismos aeróbios ou anaeróbios presentes.

#### **2.1.2 Tratamento de Efluentes Industriais**

Farrugia (2013) divide o tratamento de efluentes industriais em duas fases:

físico-química e biológica. No tratamento físico-químico há remoção dos contaminantes através de reações químicas que contribuem para a separação das partes sólidas da líquida; o tratamento biológico é realizado por bactérias aeróbias ou anaeróbias que consomem a matéria orgânica poluente.

O método mais utilizado para o tratamento de efluentes da indústria de que envolve metais é a precipitação química, isto porque a tecnologia e os agentes alcalinizantes estão disponíveis a baixo custo, quando comparado a outros métodos. Outro fator a favor da precipitação química, está a fácil operação e manutenção dos equipamentos. Quanto ao precipitado gerado neste tratamento, o lodo, este deve ser destinado a aterros industriais controlados, visto que geralmente é classificado como resíduo classe I, perigoso e tóxico (PEREIRA NETO; *et al*, 2008).

## 2.2. Descrição das Atividades da Empresa

A empresa realiza a montagem de diversos equipamentos na linha de logística agroindustrial, em que a matéria prima utilizada é quase que em sua maioria em aço e alumínio. A empresa conta com 15.000 m<sup>2</sup> de terreno sendo que são 5.215 m<sup>2</sup> de área construída, contando com um quadro de 157 funcionários. As peças são usinadas, montadas, lavadas e pintadas em setores distintos, sendo o terceiro setor o grande responsável pela geração de efluentes líquidos (**Figura 1**).

**Figura 1.** Fluxograma dos processos da empresa.



Fonte: Autor (2019)

### 2.2.1 Processo de lavagem de peças usinadas

Para retirada de sujidades, as peças são lavadas em tanques contendo substância de nome comercial SALOFOS 746 FF, que contém fosfato férrico, na proporção 1:10 de água, durante 15 minutos, em três sequências, até o enxágue e secagem e posterior envio à linha de pintura. Após a lavagem, o efluente é direcionado através de canaletas no piso da fábrica, para um tanque de armazenagem, localizado no subsolo da cabine de pintura.

### 2.2.2 Processo de tratamento dos efluentes industriais

Os efluentes gerados ficam armazenados em um tanque de concreto localizado

no subsolo, com 2 m<sup>3</sup> de capacidade. Ao atingir sua capacidade, uma bomba afogada draga o líquido até um outro tanque reator, com capacidade de 2,5 m<sup>3</sup>, equipado com bombas misturadoras que adicionam 7 L de uma solução de hidróxido de sódio com uma faixa de concentração entre (30% a 49%) que serve para ajuste do pH do efluente., quando este se encontra muito ácido, além de 5 litros de uma solução de cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub>), com uma concentração de (0,10% a 3%) sob agitação constante, usado para a sedimentação dos sólidos e clarificação da água. (O processo segue até obtenção de pH neutro, o que ocorre em cerca de 10 minutos de operação. A coloração passa de marrom à branco. Após neutralização, adicionam-se 2 litros de uma solução contendo poliacrilamida aniônica em gel (CH<sub>2</sub>-HC-C=O-NH<sub>2</sub>), concentrada na faixa de (5% a 10%), com função floculadora, compactando os sólidos presentes no efluente. A este tratamento também é adicionado uma solução de anti-espumante de formaldeído, concentrado entre (0,05% a 0,5%) com a função de anti-espumante de, somente em caso de necessidade, quando os movimentos rotatórios da bomba fazem a espuma esvaír pelo tanque, portanto, pode ser considerada nula a adição da mesma.

Após o tratamento realizado, o efluente fica armazenado neste mesmo tanque por cerca de 10 horas para decantação. Normalmente o efluente fica de um dia para o outro, então após as horas no *decanter* (decantador primário), o líquido passa por um processo de filtração, através da passagem do efluente em que um tanque 3 m<sup>3</sup> com por camadas subsequentes de areia, brita e um tapete filtro de carvão ativado presentes no interior de um tanque com capacidade volumétrica de 3m<sup>3</sup>. Posteriormente, O líquido é transferido para passa até uma caixa d'água de 2000 litros e, após um processo de a cloração, é liberado para os canais coletores das ruas. O lodo residual que fica no tanque é segregado e armazenado em tonéis e recolhido por uma empresa terceirizada, que realiza o tratamento ambientalmente adequado desse material.

### **2.3 Legislações aplicáveis aos efluentes industriais**

Os critérios de seleção do tipo e grau de tratamento estão também relacionados às exigências da legislação no âmbito federal na Lei nº 6.938 de, 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e o seu Decreto 99.274 de 06 de junho de 1990, que a regulamenta. De acordo com seus instrumentos legais, o lançamento de esgotos tratados nos corpos d'água deve considerar e preservar o aspecto estético, a vida aquática e a saúde pública (JORDÃO e PESSÔA, 2005; BRASIL, 1981).

As legislações brasileira federal e estadual definem as responsabilidades às empresas em geral pelo tratamento de efluentes e seus padrões de lançamentos. Conforme a Constituição Federal de 1988, em seu Art. 225 destaca que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade. (BRASIL, 1988).

A Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em seu artigo 9º, cita os objetivos do enquadramento dos corpos d'água:

Art. 9º O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa a:

I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;

II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações

preventivas permanentes (BRASIL, 1997).

A Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002 que institui o Código Civil, na Seção V - das Águas, em seu artigo 1.291, destaca:

Art. 1291. O possuidor do imóvel superior não poderá poluir as águas indisponíveis às primeiras necessidades da vida dos possuidores dos imóveis inferiores: as demais, que poluir, deverá recuperar, ressarcindo os danos que estes sofrerem, se não for possível a recuperação ou o desvio do curso artificial das águas. (BRASIL, 2002).

A Lei Estadual nº 11.520, de 03 de agosto de 2000, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente, define águas residuárias como qualquer despejo ou resíduo líquido com potencialidade de causar poluição, sendo pelo artigo 132 proibida a disposição direta de poluentes e resíduos de qualquer natureza em condições de contato direto com corpos d'água naturais superficiais ou subterrâneas, em regiões de nascentes ou em poços e perfurações ativas ou abandonadas, mesmo secas, não deixando dúvida em relação à necessidade de seu tratamento.

Art. 137. Todos os esgotos deverão ser tratados previamente quando lançados no meio ambiente. Todos os prédios situados em logradouros que disponham de redes coletoras de esgotos sanitários deverão ser obrigatoriamente ligados a elas, às expensas dos proprietários, excetuando-se da obrigatoriedade prevista no "caput" apenas as situações de impossibilidade técnica, que deverão ser justificadas perante os órgãos competentes.

A Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011 frisa:

Art. 12. O lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe especial, não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos nas respectivas classes, na condição da vazão de referências ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis.

Os padrões de descarte dos efluentes tratados junto a ETE da EMPRESA obedecem a Resolução do CONSEMA N.º 01/1998 e N.º 128/2006 e Licença de Operação. Dentre os parâmetros que causam maior preocupação quanto à sua toxicidade, no caso o ferro, a Portaria do Ministério da Saúde N° 2914, de 12 de dezembro de 2011 em seu artigo 4º, inciso III aponta:

III - as concentrações de ferro e manganês não ultrapassem 2,4 e 0,4 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

A Resolução N° 355/2017 trata no âmbito estadual sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais. Nela consta também, a consideração de que a implantação de um sistema de esgotamento sanitário funciona como uma medida protetiva em termos sanitários e ambientais, pois reduz cargas poluidoras já existentes, capazes de impactar o meio ambiente.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia foi desenvolvida em etapas que passaram primeiramente pela análise documental dos parâmetros indicadores de qualidade dos efluentes gerados na empresa após o tratamento químico, em batelada, na saída do tanques da ETE. As amostras foram coletadas e enviadas ao laboratório Econsulting – Laboratório de Gestão ambiental e Higiene pessoal, este lotado em Viamão-RS, empresa credenciada pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM. As análises seguem os procedimentos prescritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA/APHA/WEF, 2017). Os parâmetros possuem um padrão de emissão de lançamento ao corpo receptor, de acordo com a licença de



operação (Nº01585/2018) referenciada na **Tabela 1**. Ainda foram utilizados para fins de comparação dos resultados, artigos recentes disponibilizados na plataforma Scielo, teses e dissertações que apresentassem semelhanças nos processos descritos. Além disso, baseando-se nos resultados, sugerir tipos de tratamentos alternativos para que os efluentes estejam conformes com a legislação vigente.

**Tabela 1.** Parâmetros da licença de operação da referida empresa.

<i>Parâmetro</i>	<i>Padrão de Emissão</i>
Alumínio	$\leq 10 \text{ mg Al L}^{-1}$
Cor	Não deve conferir mudança de coloração (cor verdadeira) ao corpo hídrico receptor
DBO	$\leq 120 \text{ mg L}^{-1}$
DQO	$\leq 330 \text{ mg L}^{-1}$
Espumas	Virtualmente ausentes
Ferro	$\leq 10 \text{ mg Fe L}^{-1}$
Fósforo total	$\leq 4 \text{ mg L}^{-1}$ ou 75% de eficiência
Materiais flutuantes	Ausentes
Nitrogênio amoniacal	$\leq 20 \text{ mg Nam L}^{-1}$
Odor	Livre de odor desagradável
Oleos e graxas minerais	$\leq 10 \text{ mg L}^{-1}$
pH	entre 6,0 e 9,0
SS	$\leq 1,0 \text{ mL L}^{-1}$ em teste de 1 (uma) hora em "Cone Imhoff"
SST	$\leq 140 \text{ mg L}^{-1}$
Subst tensoativas reag azul	$\leq 2,0 \text{ mg MBAS L}^{-1}$
Metileno	

### 3.1 Monitoramento

Com auxílio de EPI'S, alíquotas de efluentes são coletadas diretamente no tanque decantador, antes e após o tratamento em batelada, em frascos disponibilizados pelo próprio laboratório responsável pelas análises. São 4 frascos, sendo 3 de polietileno, identificados, e um de âmbar, identificado e com a adição de preservantes. São aferidos o efluente bruto e o efluente tratado, além da água residual por amostras em duplicata, 1 litro em cada. São coletadas e enviadas ao laboratório, sempre sendo mantidas em temperatura inferior à 10°C. Os resultados retornam à empresa após duas semanas de análises, que emite laudo à FEPAM.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com uma relação DQO/DBO de 3,1 e SST acima de  $200 \text{ mg L}^{-1}$ , o efluente gerado classifica-se como de baixa biodegradabilidade, passível de ser tratado com correção de pH e posterior floculação com coagulante químico, como determinado na empresa. Esta relação indica uma baixa carga orgânica, o que, somado ao índice de sólidos totais e baixo pH (2,2), segundo Von Sperling (1996), inviabiliza o tratamento convencional biológico. A **Figura 2** apresenta um comparativo quanto à redução dos parâmetros após o processo de tratamento. Dentre os parâmetros aferidos, estão Alumínio, DBO, DQO, ferro, fósforo, nitrogênio, óleos e graxas, pH, SS, SST e tensoativos. Os valores de cor, espumas, materiais flutuantes e odor - presentes na Licença de operação - não foram quantificados.

Os índices de redução quanto ao alumínio foram de 99,2% referentes à

licença de operação. Frisa-se que a presença de alumínio em corpos hídricos aumenta os valores de dureza na água, além de incrustações em tubulações. A portaria do Ministério da Saúde N.º 2.914, de 14 de dezembro de 2011 (Anexo X), estabelece como Valor Máximo Permitido (VMP) para o teor de dureza de 500 mg L<sup>-1</sup> de concentração total para Cálcio e Magnésio (admitindo a água como potável) para que a água seja admitida como potável (BRASIL, 2011).

Quanto ao ferro – quando comparado à licença de operação - mostrou-se altamente competente, obtendo valores de 96,6% de redução. De igual maneira ao alumínio, sua medição também é importante já que o ferro pode ocasionar mau cheiro, amarelamento na água, incrustações e até mesmo desenvolvimento de bactérias nocivas à saúde humana. Em relação aos parâmetros apresentados por Neumann (2016), os índices de alumínio e ferro chegaram a ficar 15% acima, mas mesmo assim dentro dos padrões de legislação. Isso se deu pelo fato da vazão ser menor (250 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup>) e o tempo de tratamento utilizado pelo autor ser prolongado. Já para Pohl, Lenz, (2017), o coagulante utilizado a base de ferro aumentou o parâmetro, mas mesmo assim obteve-se valores menores que requisitados na LO da empresa objeto do estudo.

A demanda bioquímica de oxigênio obteve uma diminuição bruta, isto é, após tratamento, de 81,9%, ficando muito abaixo do requisitado na licença de operação, assim como a DQO, que obteve o mesmo percentual de redução, correspondendo a um valor 61% menor que o requisitado na LO. Estes valores expressivos de redução estão ligados à natureza do efluente e ao tipo de processos empregados na indústria. A DBO diminuiu em virtude da baixa carga orgânica presente no efluente enquanto DQO alcançou níveis mínimos na análise pós-tratamento em virtude da diminuição drástica das concentrações de Fe e Al. A determinação de ambos os parâmetros de demanda de oxigênio são de suma importância, pois indicam poluentes passíveis de consumirem oxigênio dissolvido nos corpos hídricos receptores, o que impossibilitaria formas de vida aeróbias no meio.

Os índices de fósforo foram insatisfatórios. A licença de operação solicita um mínimo 75% de redução, porém, obteve-se redução máxima de 52,6%. A diminuição na concentração do produto a base de fosfato de ferro III usado na limpeza das peças, pode ser uma alternativa viável para diminuição deste valor. Ainda confrontando aos limites encontrados por Neumann (2016), o mesmo tratamento obteve a eficácia desejada, estabelecendo limites de até 50% menores que constantes na LO. Os valores foram menores quando o tempo de aeração dos tanques era prolongado. Isso indica que o tempo da batelada pode influenciar no resultado final do efluente. Segundo Pohl, Lenz (2017), a empresa objeto de seu estudo também sofria com elevados índices de fósforo. Para diminuí-los, o coagulante utilizado foi alterado para o cloreto férrico, aumentando a capacidade de aeração em 50%, além da adição de ácidos nítrico e fosfórico nos sistemas de limpeza dos tanques de fosfatização.

Já para o nitrogênio amoniacal (N<sub>am</sub>) a eficiência ficou comprovada, pois se obteve uma diminuição de 29% depois do tratamento, ficando 74% abaixo do que a LO solicita. A determinação dos parâmetros de N e P é imprescindível na qualidade de despejos, pois são elementos responsáveis pela eutrofização de meios aquáticos. A eutrofização ocorre quando um curso de água dispõe de nutrientes nitrogenados - que aliados ao fósforo – podem provocar o crescimento alterado de algas em corpos hídricos, impedindo a passagem de luz para o interior do mesmo, causando a morte do restante da biodiversidade presente no meio.

Os índices de óleos e graxas demonstram o quanto destas substâncias são liberadas nos processos industriais envolvidos. A contaminação dos meios aquáticos

por derivados oleosos aumentam a demanda de oxigênio e impedem a fotossíntese de plantas e algas. (Nuvolari, 2011) Quando descartados juntos a águas residuárias ou efluentes tratados, os óleos e graxas podem formar filmes sobre a superfície das águas e se depositarem nas margens, causando assim diversos problemas ambientais (Von Sperling, 1996). Segundo os laudos, os valores ficaram 10% abaixo da LO. De frente ao que Pohl, Lenz (2017) mensuraram em seu trabalho, os limites poderiam ser menores com a mudança do coagulante. No artigo citado, o coagulante utilizado foi o cloreto férrico, obtendo uma melhor resposta aos índices de óleos e graxas.

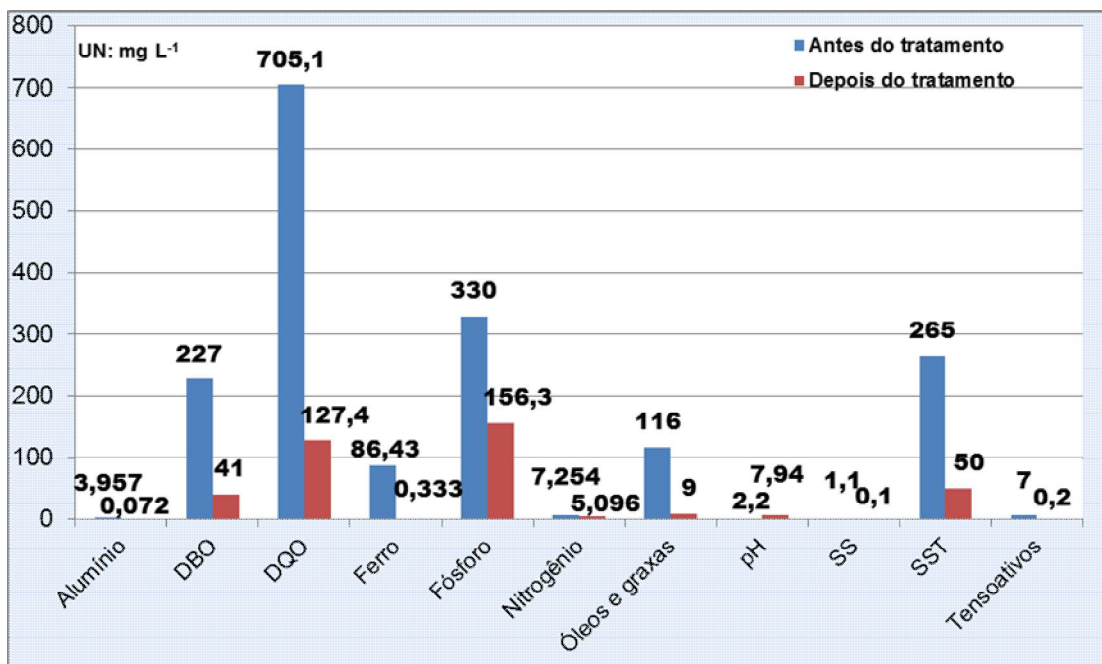
Os efluentes e os seus respectivos processos de tratamento, bem como os corpos de recepção, são suscetíveis à mudanças de pH, o que torna este índice indispensável para medição. A acidez da água pode interferir na diminuição da vida útil das tubulações por corrosão e prejudicar a qualidade da água através da dissolução de produtos oriundos da própria corrosão e/ou do meio externo, como consequência da quebra da estanqueidade das tubulações (FREITAS et al., 2001; FEITOSA, 2008; LI et al., 2016). Com o tratamento aplicado aos efluentes, os índices melhoraram em 68,5%, neutralizando-o, tornando-o próprio para o despejo.

Os sólidos em suspensão (SS) constituem pequenas partículas suspensas na água, limitando a qualidade da água por estarem relacionados a turbidez, salinidade e dureza da água. Segundo Chagas (2015), causam danos a flora e fauna aquáticas por impedirem a passagem de luz quando o material particulado está presente em grande quantidade, além do desenvolvimento de bactérias e fungos, que se proliferam nessas partículas, agindo no aspecto econômico, tendo a vista a maior dificuldade de torná-la potável. Neste parâmetro os valores chegaram a 90% de eficiência.

Os SST representam a concentração de sólidos em uma amostra que quantifica as partículas não dissolvidas no meio. Segundo o laudo, o valor está 64% abaixo do estabelecido como limite na LO.

Os tensoativos são substâncias de longas cadeias carbônicas acrescidas de um grupo polar em sua outra extremidade, sendo assim capazes de interagirem tanto com água, em sua parte polar, como na sujeira, que seria apolar. São muito utilizados na fabricação de sabões em geral, pois conseguem “envolver” a sujeira em um processo denominado emulsificação. Em decorrência de alguns tensoativos não serem biodegradáveis, os corpos hídricos que recebem altas doses desta substância, acabam desenvolvendo uma espuma em sua superfície, além de comprometer as propriedades físico-químicas do corpo receptor. Na saúde humana, reações alérgicas são muito comuns a quem entra em contato com o corpo hídrico e na mais grave das hipóteses, provocar câncer, porém a teoria é infundada por falta de comprovações científicas (MORAIS E ANGELIS, 2012). Segundo a Portaria do Ministério da Saúde Nº 518 de 25 de março de 2004, as concentrações não podem ultrapassar  $0,5 \text{ mL L}^{-1}$  (BRASIL, 2004). No caso da referida análise, obteve-se um valor 60 % abaixo dos requisitados em lei.

**Figura 2.** Comparativo dos parâmetros quanto à redução de concentrações após tratamento



Fonte: Autor (2019)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de tratamento químico do efluente acompanhado neste trabalho, segundo laudos, mostrou-se eficaz na redução bruta, isto é, antes e depois do tratamento, na maioria dos parâmetros, tornando-os condizentes com a licença de operação da empresa. Nos índices que determinam a demanda de oxigênio, DBO e DQO, observou-se uma diminuição bruta de 81,9%, para ambas, acompanhando a queda na concentração dos metais de Alumínio e Ferro, com excepcionais reduções de 99,61% e 98,18%, respectivamente, após tratamento.

Com pH corrigido em 7,9, o efluente tratado apresentou índices de  $N_{am}$  quatro vezes abaixo do requerido na LO, assim como uma redução de 10 vezes no teor de tensoativos também estabelecidos em norma. Apesar da redução de 92,04%, o teor óleos e graxas ficou apenas 1 mg L<sup>-1</sup> abaixo do estabelecido como limite na licença de operação. Quanto aos sólidos presentes, SS e SST, apresentaram redução respectiva de 90,9% e 81,13%, permanecendo em valores absolutos dentro dos valores máximos permitidos. Somente o índice de fósforo não alcançou o limite estabelecido na licença de operação. Conforme o resultado da última análise, o valor está 23% acima dos níveis acordados em LO. O teor de fosfato no efluente, possivelmente, advém do excesso de desengraxante utilizado no processo de limpeza das peças. Uma sugestão para que o parâmetro atenda a legislação vigente seria a troca do produto de limpeza ou a diminuição em sua concentração na aplicação, pois o que vem sendo utilizado, contém fósforo em sua composição. Este índice tem destaque frente a uma possível contaminação do corpo hídrico receptor em uma região do país em que a presença de fosfatos inorgânicos oriundos da lixívia de plantações e do descarte de efluentes de outras empresas com processos similares.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e o seu Decreto 99.274 de 06 de junho de 1990, que a regulamenta. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/Antigos/D99274.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm)>. Acesso em: 11 abr. 2019.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 11 abr. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 4 maio 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406.htm)>. Acesso em: 11 maio 2019.

BRASIL. **Portaria nº 518 de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf)> Acesso em: 26 maio 2019.

BRASIL. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF. Ministério da Saúde. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> Acesso em: 25 maio 2019

CHAGAS, D. S. **Relação entre concentração de sólidos suspensos e turbidez da água medida com sensor de retroespalhamento óptico**. 78p. Dissertação de mestrado, Engenharia agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2015. Disponível em <https://www1.ufrb.edu.br/pgea/images/Teses/DENIZE-SAMPAIO-CHAGAS.pdf>. Acesso em 11 de nov de 2019.

FARRUGIA, B. Conheça como funciona uma estação de tratamento de efluentes. **Revista Tratamento de Água e Efluentes**. Edição n. 12, Ano II, abr./mai.2013. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/edicoes.asp?link=ultima&fase=C&id=145>>. Acesso em: 07 maio 2019

FEITOSA, A. C. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3ª ed. rev. e ampl. – Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812 p.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Ministério Público. **Lei Estadual nº 11.520, de 03 de agosto de 2000**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id628.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA. **Resolução 355, de 19 de julho de 2017**. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas

superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/resolucoes>> Acesso em: 11 jul 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES. 2005. 932p.

LI, M.; LIU, Z.; CHEN, Y.; HAI, Y. **Characteristics of iron corrosion scales and water quality variations in drinking water distribution systems of different pipe materials**. *Water Research*, v. 106, n. 3, p. 593-603, 2016.

MORAIS, Izabella Branco Santos de; ANGELIS, Lucia Helena de. **Biotensoativos: uma alternativa mais limpa para as indústrias de cosméticos**. Disponível em <[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_cosmeticos.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_cosmeticos.pdf)> Acesso em: 11 maio 2019.

NEUMANN, M. A. **Estudo de caso: estação de tratamento de efluentes de uma indústria metal-mecânica do noroeste do RS**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2016. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4078/Marcio%20Andr%c3%a9%20Neumann.pdf?sequence=1>> Acesso em: 3 nov 2019..

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário – coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2011.

PEREIRA NETO, A.; BRETZ, J. S.; MAGALHÃES, F. S.; MANSUR, M. B.; ROCHA, S. D. F.. Alternativas para o tratamento de efluentes da indústria galvânica. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, jul./set. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522008000300004>>. Acesso em 08 maio 2019.

POHL, S. C.; LENZ, D. M. **Utilização de efluente tratado em complexo industrial automotivo**. *Engenharia Sanitária Ambiental*. Vol.22 nº 3. Rio de Janeiro. May/June. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016122371>> Acesso em: 3 nov 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2017**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>> Acesso em: 12 maio 2019.

VON SPERLING, M. PRINCÍPIOS DO TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 1. 2ª ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA. Universidade Federal de Minas Gerais - UFGM. 1996. 243p.

VON SPERLING, M. PRINCÍPIOS DO TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Vol. 2. 2ª ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA. Universidade Federal de Minas Gerais - UFGM. 1996b. 211p.

