

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN CURSO
DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Ana Paula de Melo Targino

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: TRATAMENTO DE EFLUENTES ORIUNDOS DE
OFICINAS AUTOMOTIVAS**

Frederico Westphalen, RS

2020

Ana Paula de Melo Targino

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: TRATAMENTO DE EFLUENTES ORIUNDOS DE
MECÂNICAS AUTOMOTIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado
ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária,
da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM- RS), como requisito parcial para
obtenção do grau de **Engenheira Ambiental e
Sanitarista.**

Orientador: Prof. Dr. Raphael Corrêa Medeiros

Ana Paula de Melo Targino

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: TRATAMENTO DE EFLUENTES ORIUNDOS DE MECÂNICAS AUTOMOTIVAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM- RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Ambiental e Sanitarista**.

Aprovado em 29 de outubro de 2020:

Raphael Correa Medeiros Dr. (UFSM)

(Orientador)

Andressa Gabriela Glusczak Mestre. (UFSM)

Samara Decezaro Dr. (UFSM)

Frederico Westphalen, RS
2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu filho, que é a “minha pessoa” aqui na terra, o meu bem mais precioso. Dedico também a minha família, em especial aos meus avós, pois sei do orgulho que eles sempre depositaram e depositam em mim, a vocês, eu sou e serei eternamente grata! Dedico a minha mãe, que mesmo não sabendo até hoje qual o curso estou me formando (rsrsrs), permitiu que eu seguisse estudando e chegasse aonde cheguei. Dedico ao meu irmão, que apesar de bruto, sempre abraçou e abraça meus sonhos, a minha cunhada Andreza, que amo e tenho um carinho e consideração inestimável, a minha sobrinha Alice Sophia, por ter iluminado a minha vida com a sua chegada, dona de um sorriso único, vocês são a minha base e o meu pilar. Dedico as minhas melhores amigas, Karen, Jane e Danny, pelo companheirismo, e por todo amor cultivado durante esses longos anos, eu amo vocês, gurias! E por fim, dedico ao meu melhor amigo Anderson Carlos, por ser exatamente quem ele é e pelo que ele significa para mim, por todas as fases que vivemos juntos nesses 10 anos de amizade, te amo infinitamente, obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS

- Ao meu filho, onde retirei forças para seguir até o fim da graduação, “sem você não existe eu”;
- Aos meus avós, por todo incentivo para que eu continuasse estudando e, por terem sido ótimos educadores;
- A minha mãe, por ter me permitido mudar de estado, em busca dos meus sonhos;
- Ao meu orientador Prof Dr. Raphael Correa Medeiros, por ter acreditado em mim, me instruído, e por todo conhecimento compartilhado, mesmo eu incomodando as 22h da noite no whatsApp, pedindo orientação rrsrs, muito obrigada;
- A minha amiga, Jane Rufino, pelas horas que parou para me ouvir desabafar, e me deu todo suporte que sempre precisei, pelo apoio e incentivo, por tudo, muito obrigada, minha amiga;
- Ao meu melhor amigo Gabriel Carvalho, por tudo que ele fez e faz por mim, pelos incentivos e apoio para que eu chegasse até o fim da graduação, te amo amigo;
- A todos os professores UFSC/FW que transmitiram seus conhecimentos com louvor deixando aqui grandes amizades;
- A minha banca avaliadora, composta pela Mestre Andressa Gabriela Gluszczak, e pela professora Dra. Samara Decezaro, por aceitarem o convite, e pela disponibilidade de tempo e de conhecimento para colaboração neste estudo;
- A todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: TRATAMENTO DE EFLUENTES ORIUNDOS DE MECÂNICAS AUTOMOTIVAS

AUTORA: Ana Paula M. Targino

ORIENTADOR: Dr. Raphael Corrêa Medeiros

A análise da eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes oriundos de mecânicas automotivas é importante para determinar o tipo correto de tratamento a ser utilizado, a fim de evitar possíveis contaminações aos corpos receptores. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência dos principais tipos de tratamento de efluentes em mecânicas automotivas, bem como fazer a devida caracterização do efluente bruto. A metodologia utilizada para realização deste trabalho consistiu na revisão bibliográfica de 5 artigos, encontrados nas bases de dados do Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), da BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) e do Google Scholar. Dessa forma, a partir das análises realizadas, foi possível constatar que os efluentes oriundos de mecânicas automotivas possuem teores elevados de parâmetros como óleos e graxas, e DQO, evidenciando a importância de um tratamento adequado. Também foi possível constatar que tratamentos físicos possuem uma menor eficiência, comparado a tratamentos mais completos, como os físico-químicos. Além disso, o tratamento biológico foi descartado devido a baixa biodegradabilidade que o efluente apresenta.

Palavras chaves: Efluente industrial. Oficinas. Tratamento Físico-Químico.

ABSTRACT

BIBLIOGRAPHIC REVIEW: TREATMENT OF EFFLUENTS FROM OF AUTOMOTIVE MECHANICS

AUTHOR: Ana Paula M. Targino
ADVISOR: PhD Raphael Corrêa Medeiros

The analysis of the efficiency of the effluent treatment systems from automotive mechanics is important to determine the correct type of treatment to be used, in order to avoid possible contamination to the receiving bodies. Thus, the objective of this work was to evaluate the efficiency of the main types of effluent treatment in automotive mechanics, as well as to make the proper characterization of the raw effluent. The methodology used to carry out this work consisted of a bibliographic review of 5 articles, found in the databases of Scielo (Scientific Electronic Library Online), CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel), BDTD (Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations) and Google Escolar. Thus, from the analyzes performed, it was found that the effluents from automotive mechanics have high levels of parameters such as oils and greases, and COD, highlighting the importance of adequate treatment. It was also possible to verify that physical treatments are less efficient, compared to more complete treatments, such as physical-chemical ones. In addition, the biological treatment was discarded due to the low biodegradability that the effluent presents.

Keywords: Industrial effluent. Workshops. Physical-Chemical Treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Lavagem de motor automotivo	15
Figura 2- Fluxograma do processo produtivo de uma retifica de motores automotivos	16
Figura 3- Descarbonização de motor	17
Figura 4- Troca e armazenado de óleo diesel queimado.	18
Figura 5 – Padrões de emissão em função da vazão.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estabelecimentos conforme categorias de atividades automotivas no Brasil em 2016 e 2018.	14
Tabela 2- Condições de lançamento de efluentes.....	19
Tabela 3– Padrões de lançamento	20
Tabela 4 – Trabalhos utilizados para a revisão bibliográfica	28
Tabela 5- Valores de caracterização do efluente bruto, dos trabalhos analisados.....	34
Tabela 6– Principais eficiências em relação à DQO e óleos e graxas, nos trabalhos analisados	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivos gerais.....	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
2	METODOLOGIA	26
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	EFLUENTE INDUSTRIAL.....	13
3.2	EFLUENTE DE MECÂNICA AUTOMOTIVA	14
3.3	LEGISLAÇÃO VIGENTE.....	18
3.4	CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES	21
3.5	TIPOS DE TRATAMENTOS	22
3.5.1	Tratamento preliminar	22
3.5.2	Tratamento primário	23
3.5.3	Tratamento secundário ou biológico.....	23
3.6	SISTEMAS DE TRATAMENTO UTILIZADO EM MECÂNICAS AUTOMOTIVAS	25
4	RESULTADOS.....	27
5	CONCLUSÃO.....	35
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Após a utilização da água, levando em consideração que a mesma não seja incorporada ao produto final, ou também, seja utilizada durante processos de tratamento para obtenção de um melhor grau da qualidade para os fins industriais desejados, esta água torna-se um efluente, e, dependendo da sua utilização, a sua composição pode estar agregada a várias substâncias com as quais entrou em contato durante processos industriais (MIERZWA, 2002).

Segundo SEMAPE (2004), devido ao número crescente das atividades automotivas no Brasil, esse ramo vem despertando uma atenção especial, mediante as atividades potencialmente poluidoras, principalmente no que diz respeito à utilização de água e aditivos químicos, e, por conseguinte, à geração de efluentes.

Todavia, com o crescimento desses processos industriais, segundo Freire et al. (2000), surgiu diversos produtos que rapidamente passaram a ser uma espécie de necessidade, como carros e celulares, por exemplo, em relação a atividade industrial, processos esses que, com justa razão, passaram a ser detentores de contaminação ambiental, dentre eles, é possível citar: o acúmulo de matérias primas e insumos, contaminação, transporte e disposição inadequada desses materiais além da insuficiência dos processos de conversão.

É importante salientar que a disposição final dos efluentes industriais sem o devido pré tratamento, pode ocasionar problemas recorrentes não apenas causadores de danos ambientais, como também sociais e econômicos.

Segundo Paulino (2009), os efluentes líquidos provenientes de mecânicas automotivas, devido conter alto teor de óleos lubrificantes e graxas em sua composição, podem não só acarretar a poluição dos cursos d'água, como também acarretar em danos à saúde pública e entupimento nas tubulações de esgotos, caso seja lançado sem tratamento prévio.

Devido aos problemas relacionados a disposição inadequada dos efluentes líquidos, muitos estudos estão sendo realizados, buscando novas tecnologias para minimizar os efeitos nocivos ao meio ambiente, porém, a aplicabilidade desses sistemas está condicionada ao desenvolvimento de processos modificados e ao estabelecimento de sistemas de reúso de efluentes (FREIRE et al., 2000).

Este trabalho visou caracterizar o potencial poluidor do efluente líquido proveniente de mecânicas, bem como analisar diferentes sistemas de tratamento quanto eficiência e manejo dos subprodutos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Com base na literatura, caracterizar o efluente industrial provenientes de mecânicas e analisar os métodos existentes para tratamento de efluente industrial .

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o efluente bruto de mecânicas, física, química e biologicamente, relatando o potencial poluidor
- Avaliar a eficiência de sistemas de tratamento de efluentes industriais de mecânicas;
- Avaliar manejo dos subprodutos, bem como a sua devida disposição.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EFLUENTE INDUSTRIAL

Caracteriza-se como efluente todo líquido ou gás que é gerado por ação antrópica, e tem seu descarte posterior na natureza. Pode ser oriundo de esgotos, águas residuárias, atividades industriais, dentre outros (SECRON; GIORDANO; FILHO, 2010).

Segundo a Resolução nº 430, de 2011, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2011), denomina-se efluente os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos. A resolução dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Esta é a principal resolução quando se trata de padrões de lançamentos de efluentes domésticos e industriais, estabelecendo também, parâmetros e diretrizes para gestão dos efluentes com lançamentos nos corpos receptores.

No Rio Grande do Sul, o Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA (BRASIL, 2017), estabelece através da Resolução nº355 de 2017 o conceito de efluente líquido industrial como sendo o despejo líquido proveniente de qualquer atividade com fins produtivos, provenientes prioritariamente de áreas de transformação de matérias primas em produtos finalizados.

Os efluentes, após serem despejados em um corpo hídrico sem o devido tratamento prévio, contendo seus poluentes característicos, podem causar modificações na qualidade do corpo receptor, como alterações das características físicas, químicas e biológicas do corpo hídrico, ocasionando consequentemente a poluição ou contaminação (GIORDANO, 2004).

Após a evolução dos processos industriais e, posteriormente o aparecimento de diversos produtos como computador, carros, em seguida, passaram a ser necessidade, onde, a atividade industrial adquiriu um caráter essencial na sociedade, tendo em vista toda a mecanização e importância elencada a esses produtos (FREIRE et al., 2000).

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso, 2009, o sistema de rede de efluentes industriais é considerada uma fonte de poluição pontual, ou seja, são fontes facilmente identificadas, possibilitando seu controle mais eficiente. São efluentes que são diretamente lançados em corpos d'água, de forma contínua, quando o lançamento é constante ou, intermitente quando o despejo ocorre de forma fracionada.

Os efluentes industriais estão presentes em diversas atividades cotidianas, ressaltando assim a necessidade de um olhar mais atento para esta problemática. Na presente pesquisa, o foco principal se deu em efluentes de mecânicas automotivas, bem como os tratamentos atuais

existentes, e suas respectivas eficiências.

2.2 EFLUENTE DE MECÂNICA AUTOMOTIVA

O processo que corresponde à manutenção de veículos automotores em oficinas mecânicas teve origem nos anos 30, ocasionada pelo crescente aumento de automóveis no período da Segunda Guerra Mundial (DALABONA, 2012). Conforme tabela 1, é possível notar o número de estabelecimentos de acordo com as categorias de atividades automotivas no Brasil, segundo IBGE 2016 e 2018, onde fica evidente que o crescimento do comércio de veículos automotores aumentou, quando comparado o ano de 2016 com o ano 2018.

Como citado por Dalabona (2012), o número de automóveis vem aumentando, refletindo diariamente no aumento de efluentes oriundos de mecânicas automotivas. Na tabela 1 é possível verificar o número atual de estabelecimentos conforme categorias de atividades automotivas no Brasil.

Tabela 1- Estabelecimentos conforme categorias de atividades automotivas no Brasil em 2016 e 2018.

Ano	Comercio; reparação de veículos automotores e motocicletas	Comercio e reparação de veículos automotores e motocicletas	Comercio de veículos automotor es	Manutençã o e reparação de veículos automotor es	Comercio de peças e acessórios para veículos automotores	Comercio, manutenção o e reparação de motociclet as, peças e acessórios
2016	1.938.208	247.490	28.090	78.741	116,471	24.188
2018	1.791.924	232.312	28.111	74.371	109.625	20.205

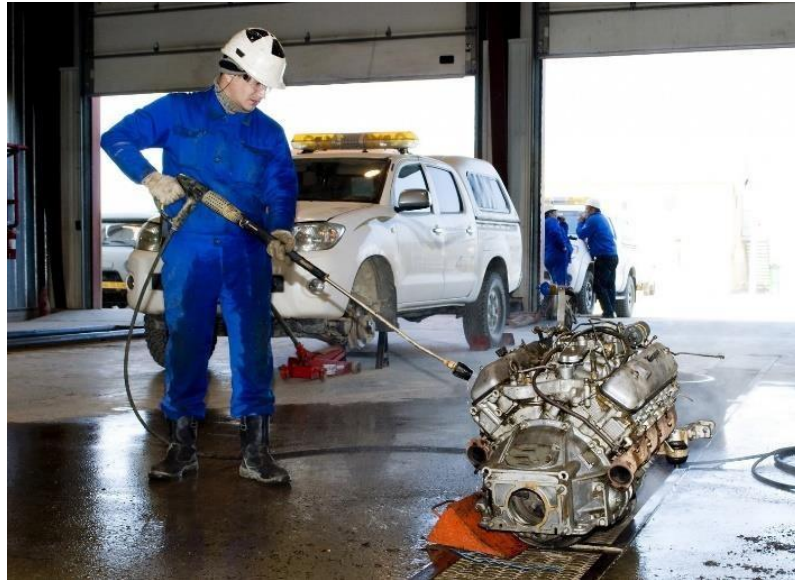
Fonte: IBGE (2018).

Segundo Gomes (2010), a crescente busca por automóveis vem ocasionando preocupação em relação a impactos ambientais negativos intimamente ligados ao meio ambiente e a sua devida conservação, tendo em vista que a grande maioria dos efluentes gerados são dispostos sem o devido tratamento.

Nas mecânicas automotivas, a principal atividade geradora de efluente líquido é a lavagem de peças automotivas (conforme figura 1) com a utilização de óleo diesel. Segundo

Machado (2013), este tipo de efluente é caracterizado por apresentar elevados valores de DQO, bem como óleos e graxas, acima do que é permitido na Resolução CONAMA 430/2011, caracterizando-se como um efluente com alto potencial de contaminação nos corpos receptores, caso não seja submetido a um tratamento adequado.

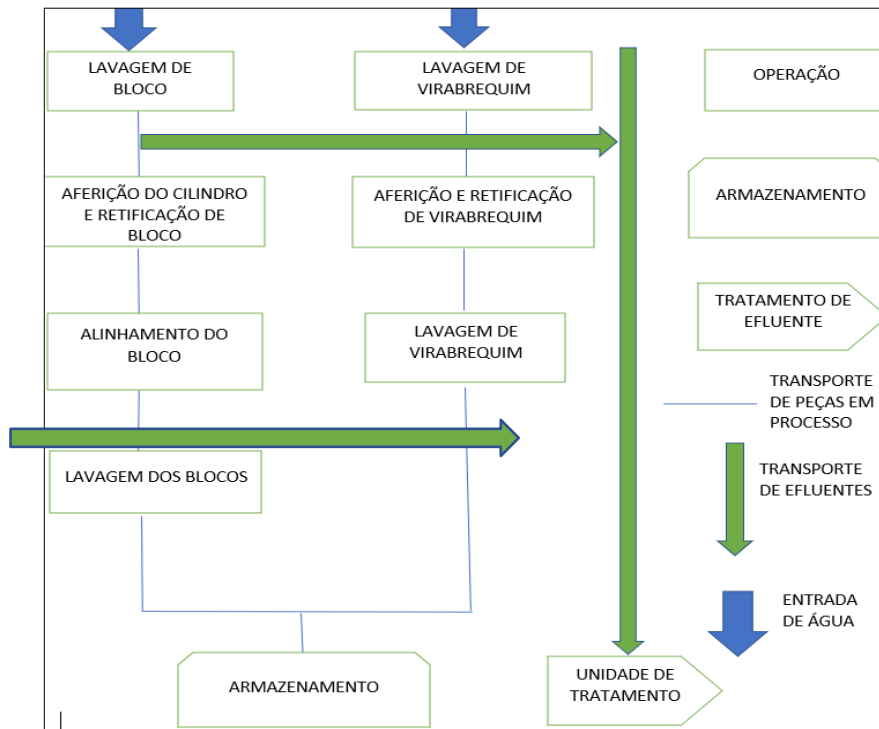
Figura 1- Lavagem de motor automotivo.



Fonte: Bom preço (2015).

Um dos processos que ocorrem dentro de uma mecânica automotiva, é a retificação do motor, que dentre 7 etapas, duas delas consistem em lavagem de bloco e lavagem de virabrequim (DALABONA, 2012). Ambas atividades são geradoras potenciais de efluente líquido. É um processo normal após uma quilometragem estimada entorno de 200.000 km, tornando assim, necessária a realização deste procedimento (APAREM, 2020). O esquema completo feito na retífica do motor está ilustrado na figura 2.

Figura 2- Fluxograma do processo produtivo de uma retífica de motores automotivos.

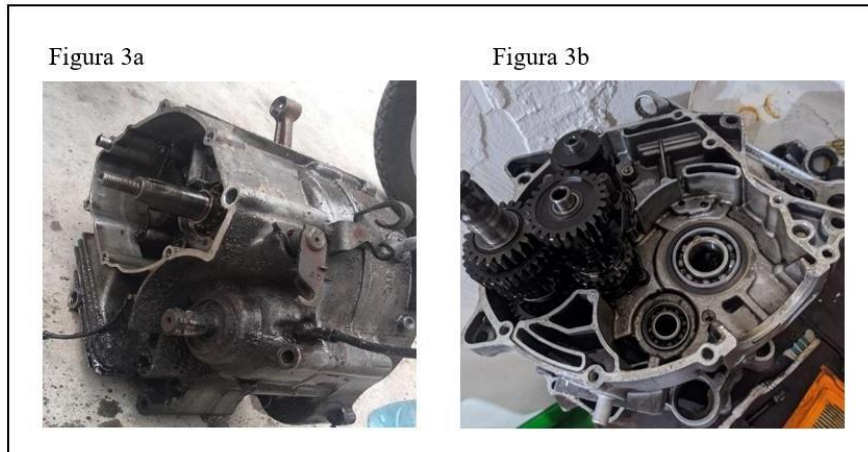


Fonte: Adaptado de Fontenele et al. (2006).

Nas duas etapas citadas acima, as peças recebem jateamento de uma solução constituída de água quente e óleo diesel com finalidade de remover as impurezas, como por exemplo, óleo lubrificante e graxa, incrustados na peça (DALABONA, 2012).

Outro processo comumente realizado em mecânicas automotivas é o processo de descarbonização de motores, que consiste na limpeza do motor com o intuito de retirar o excesso de carvão resultante da queima de combustíveis e óleo encontrado na superfície das peças. Para isso, são utilizados produtos químicos, detergentes, diesel e jatos de água, gerando efluente líquido com alto teor de substâncias tóxicas, devido aos aditivos utilizados durante a lavagem (MACHADO, 2013). Na figura 3a, é possível observar um motor carbonizado, prestes a passar pelo processo de descarbonização, e na figura 3b, um motor descarbonizado.

Figura 3- Descarbonização de motor.

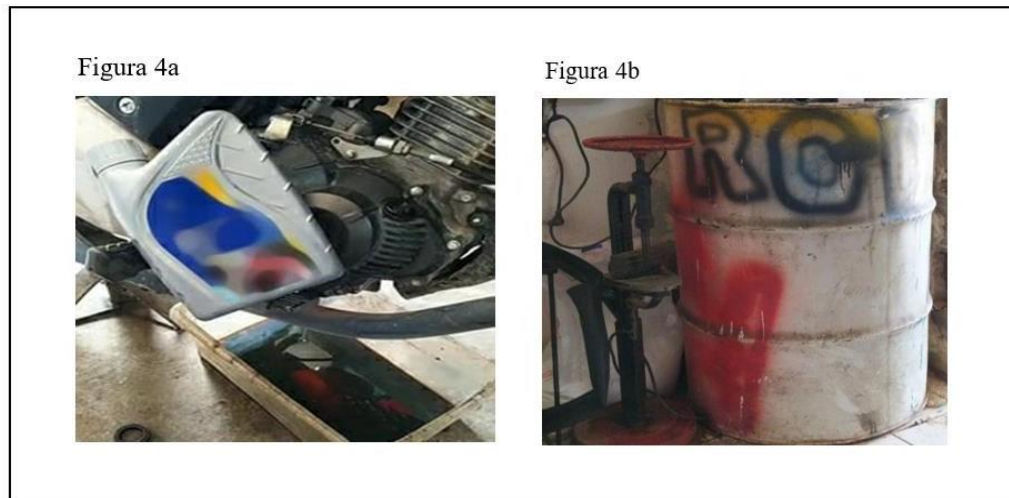


Fonte: Autor (2020).

A troca de óleos lubrificantes é outro processo comumente realizado nas oficinas automotivas (conforme figura 4a), devido à perda da viscosidade do óleo, com o tempo de uso, podendo começar a haver atrito entre as peças, ocasionar seu desgaste, e até travamento do motor (FILHO; FERREIRA; RIBEIRO, 2011) A disposição desse óleo em algumas mecânicas se dá pelo armazenamento em um tanque (conforme figura 4b), e, após o tanque cheio, é feita a venda do óleo queimado para empresas especializadas na compra desse subproduto.

As peças que constituem o motor, sofrem atritos entre si, devido ao constante funcionamento. Assim, trabalham sempre em elevadas temperaturas, levando ao desgaste, quando não possuem uma manutenção adequada. Dessa forma, deve ser efetuada a troca de óleo periodicamente (DALABONA, 2012).

Figura 4- Troca e armazenado de óleo diesel queimado.



Fonte: Autor (2020).

Paulino (2009) afirma que as atividades de oficinas mecânicas são enquadradas como fontes de poluição difusa, pois, devido à ausência de controle adequado, podem emitir efluentes e/ou resíduos sólidos capazes de causar contaminação ambiental. Apesar de as fontes difusas, de forma isolada, contribuírem com uma pequena parcela dos impactos ambientais; quando somadas, possuem uma relevância maior.

Derivados do petróleo, como óleos e graxas, podem ser tóxicos, quando alinhados à disposição inadequada no meio ambiente, vindo a ocasionar contaminação do solo e da água, bem como dos lençóis freáticos. Em águas superficiais, podem prejudicar a fotossíntese e as transferências de gases para atmosfera (VON SPERLING, 2012).

2.3 LEGISLAÇÃO VIGENTE

No Brasil, a legislação vigente, a Resolução 430, de 2011, do CONAMA, estabelece os padrões de lançamento de efluentes de qualidade de corpos receptores objetivando a preservação destes corpos d'água (BRASIL, 2011). Esta resolução impõe parâmetros e padrões de lançamentos estabelecidos para efluentes líquidos, como óleos e graxas, pH, temperatura, dentre outros. A tabela 2 apresenta algumas condições de lançamentos estabelecidos por esta resolução.

Tabela 2- Condições de lançamento de efluentes.

Parâmetros	Condições de lançamentos
pH	Entre 5 e 9
Temperatura	Inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura.
Óleo mineral	Até 20 mg/L
DBO DBO 5 dias a 20°C	Remoção mínima de 60% de DBO

Fonte: Adaptado de CONAMA (2011).

As características físico-químicas encontradas nos efluentes analisados nos artigos deste trabalho, todos apresentaram concentrações elevadas de óleos e graxas, DQO, turbidez, dentre outros citados no corpo do trabalho, acima dos parâmetros permitidos pela CONAMA 430/2011.

No Rio Grande do Sul, a legislação estadual que aborda sobre efluentes líquidos industriais é a CONSEMA nº 355 de 2017, esta resolução enquadra os efluentes líquidos industriais como fontes poluidoras, onde a mesma estabelece normas e padronizações (conforme figura 5) para lançamentos no corpo receptor.

Figura 5 – Padrões de emissão em função da vazão.

	Faixa de vazão do efluente (m³/d)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total		Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Coliformes Termotolerantes	
					mg/L	Eficiência		NMP/100mL	Eficiência
(1)	Q < 100	120	330	140	4	75%	20	10 ⁵	95%
(2)	100 ≤ Q < 500	110	330	125	3	75%	20	10 ⁴	95%
(3)	500 ≤ Q < 1.000	80	300	100	3	75%	20	10 ⁴	95%
(4)	1.000 ≤ Q < 3.000	70	260	80	2	75%	20	10 ⁴	95%
(5)	3.000 ≤ Q < 7.000	60	200	70	2	75%	20	10 ⁴	95%
(6)	7.000 ≤ Q < 10.000	50	180	60	2	75%	20	10 ⁴	95%
(7)	10.000 ≤ Q	40	150	50	1	75%	20	10 ³	99%

Fonte: CONSEMA n° 355/2017 (2017).

Se tratando de óleos e graxas, características essas que o efluente líquido industrial proveniente de mecânicas automotivas possui em altas concentrações, esta resolução estabelece parâmetros de lançamentos em corpos d'águas superficiais, conforme tabela 3.

Tabela 3– Padrões de lançamento

Parâmetros	Condições de lançamentos
Óleos e graxas- mineral	≤ 10 mg/L
pH	Entre 6,0 e 9,0
Temperatura	40°C

Fonte: CONSEMA n° 355/2017 (2017).

Com relação à destinação dos óleos utilizados nas mecânicas, a Resolução CONAMA n° 430 de 13 de Maio de 2011, estabelece o manejo de óleos usados, e determina como proceder com o descarte deste resíduo, e as diretrizes para armazenagem depois que for utilizado (BRASIL, 2011).

Segundo Paulino (2009), a lei ainda especifica que a indústria geradora do óleo, tem por obrigação, contratar uma empresa terceirizada, regularmente autorizada junto ao órgão regulador da indústria de petróleo, bem como os processos utilizados para reciclagem do óleo deverão ser licenciados pelo órgão competente.

2.4 CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS

Segundo Nunes (2001) e Mierzwa (2002), os efluentes líquidos industriais sofrem grande variação em relação a sua composição e concentração, fato que torna a necessidade de

analisar caso a caso, mesmo que seja o efluente da mesma atividade industrial, devido a diferentes matérias primas utilizadas.

Segundo Mierzwa (2002), a avaliação dos documentos que estão relacionados a engenharia do processo produtivo, também pode ser necessário realizar uma caracterização não só física, como química e biológica dos efluentes gerados, objetivando obter informações mais precisas sobre a composição desses efluentes.

Tendo em vista que o processo de lavagem de peças requer alguns aditivos como o diesel para remoção completa ou parcial de óleos e graxas, os efluentes gerados em oficinas mecânicas saem com uma carga de toxicidade mais elevada, levando em consideração que o diesel é utilizado junto com a água no processo de lavagem.

Entretanto, Azeredo Netto (1981 *apud* NEUMANN, 2016, p. 16) afirma que grande parte dos efluentes líquidos industriais são detentores de algumas substâncias, como: metais, compostos tóxicos, substâncias corrosivas, matéria orgânica, e, principalmente em mecânicas, óleos e graxas, além de materiais flutuantes e inflamáveis.

Segundo Von Sperling (2005), para determinação das características tanto de água para abastecimento, como para águas residuárias, alguns parâmetros são analisados, dentre eles, estão: físicos (temperatura, cor, turbidez, etc.), químicos (pH, alcalinidade, acidez, nitrogênio, fósforo, entre outros), biológicos (helminthos, protozoários, bactérias, algas, fungos e vírus).

O efluente líquido gerado em mecânicas automotivas é uma mistura de água, óleo, gasolina, óleo diesel, querosene e lubrificantes, o qual pode apresentar algumas partículas de metais dissolvidos provenientes do desgaste de peças dos automóveis que são continuamente carregadas pelo óleo lubrificante que passa na interface das peças (MENEGOTTO, 2019).

Todavia, o motivo principal que torna o tratamento desse efluente como ultima alternativa é o custo elevado, onde, o mesmo, varia dependendo do sistema a ser implantado na empresa, bem como os compostos existentes nas misturas, que dificulta a caracterização e posterior tratamento. Por possuir em sua composição substâncias recalcitrantes, de difícil degradação, e muitas vezes tóxicas, isso acaba inviabilizando o tratamento biológico (TEIXEIRA; JARDIM, 2004).

2.5 TIPOS DE TRATAMENTOS

Os tipos de tratamentos de efluentes são os mais variados possíveis, e sua aplicação depende de alguns determinantes, como por exemplo, a eficiência do sistema aplicado a determinado tipo de efluente. Outros fatores a serem considerados são: a segurança, simplicidade do sistema, formação de lodo, composição, operação e espaço disponível para adequação do tipo de tratamento a ser implantado (VON SPERLING, 1996).

Segundo Neumann (2016), Nunes (2001) e Von Sperling (1996), o tratamento de efluentes está condicionado a alguns processos e operações, que podem ser divididos em: tratamento primário, secundário e terciário (caso necessário). A escolha da tecnologia implantada vai depender do nível de tratamento que se deseja obter e das características do efluente líquido bruto. Portanto, o tratamento de efluentes é comumente classificado de acordo com a função de operação ou processo unitário.

Von Sperling (1996) define como:

I) Operações físicas unitárias: métodos de tratamento cuja finalidade é a aplicação de forças físicas, como por exemplo, o gradeamento, mistura e sedimentação, este tipo de tratamento é feito durante o tratamento preliminar.

II) Processos químicos unitários: são métodos de tratamento nos quais ocorre predominantemente a remoção ou conversão de contaminantes em decorrência da adição de produtos químicos ou devido a reações químicas, como por exemplo, precipitação, adsorção e desinfecção;

III) Processos biológicos unitários: consiste em métodos de tratamento baseados na remoção de contaminantes através da atividade biológica, como por exemplo, a remoção de matéria orgânica carbonácea, desnitrificação. Esse processo é realizado na fase secundária dos processos de tratamento de efluente.

Segundo Gauto e Rosa (2011), alguns sistemas biológicos destacam-se, dentre eles, é possível citar: as lagoas aeradas, lodos ativados, biodiscos e filtros biológicos.

2.5.1 Tratamento preliminar

Segundo Neumann (2016), o tratamento preliminar remove apenas sólidos em suspensão muito grosseiros, além de flutuantes e matéria mineral sedimentável, que são materiais de maiores dimensões e areia. Dentro do tratamento preliminar, ocorrem alguns

processos de remoção desses sólidos, por: grades, caixas de areia, caixas de retenção de óleo e gorduras, como a caixa separadora de água-óleo, comumente utilizada nas oficinas, e as peneiras.

O tratamento preliminar está caracterizado como uma etapa física do tratamento de efluentes, já que não envolve nenhum aditivo químico nem depende de ações biológicas para existir eficiência nessa etapa.

2.5.2 Tratamento primário

O tratamento primário é responsável por remover sólidos facilmente sedimentáveis, e com isso, remove uma parcela da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Os processos de tratamento primário mais utilizados são: Decantação primária ou simples, precipitação química com baixa eficiência, flotação e neutralização (JORDÃO; PESSOA, 2011).

Segundo Gauto e Rosa (2011), dentro do sistema de tratamento primário os decantadores e flotadores são os equipamentos mais utilizados; produzem lodo primário ou cru, os quais necessitam de tratamento antes da sua disposição.

2.5.3 Tratamento secundário ou biológico

Nessa fase do tratamento secundário, a demanda bioquímica de oxigênio é removida conforme o tipo de processo de tratamento utilizado. O fator que vai implicar a totalidade da remoção dependerá do sistema adotado para realizar o tratamento do efluente líquido. Os processos mais utilizados nessa etapa são: Sistemas anaeróbicos, lagoas de estabilização e processos com lodo ativado (JORDÃO; PESSOA, 2011).

O efluente líquido a ser tratado, quando se torna necessário passar pela etapa do tratamento secundário, é porque ele contém sólidos dissolvidos e finos, bem como sólidos suspensos que não sedimentaram. Logo, para haver a remoção desses sólidos, utilizam-se microrganismos capazes de degradar a matéria orgânica, transformando-a por exemplo, em produtos finais mais simples. Os microrganismos mais utilizados para promover essa degradação são alguns tipos de bactérias (GAUTO; ROSA, 2011).

Geralmente, em um sistema de tratamento de efluentes, em mecânicas, dependendo do porte da empresa, da vazão diária de efluente gerado, das características do efluente, e da qualidade que se deseja alcançar após o efluente tratado, apenas o tratamento preliminar é o

suficiente, como, por exemplo, a caixa separadora de água-óleo. A água residuária, que sai desse sistema de tratamento, pode retornar ao ciclo inicial, onde pode ser utilizada no processo de lavagem de peças.

Como o objeto de estudo neste trabalho é o tratamento do efluente líquido em mecânicas, dificilmente serão utilizados sistemas de tratamento terciário, que seriam tratamentos mais avançados, tendo em vista que os processos anteriores, após realizados, o efluente passa a atender aos padrões que a Resolução do CONAMA nº 430, 2011, estabelece, para lançamento.

2.6 SISTEMAS DE TRATAMENTO UTILIZADO EM MECÂNICAS AUTOMOTIVAS

As mecânicas automotivas possuem diversos tipos de efluentes líquidos, com composição e caracterização muitas vezes distintas. Atualmente, existe uma variedade de sistemas de tratamento de efluentes industriais, neste trabalho, será abordado os principais sistemas utilizados.

xx- Tratamento físico

Os processos físicos comumente estão associados aos tratamentos preliminares e primários, onde o principal objetivo é promover a remoção de sólidos flutuantes, de dimensões relativamente grandes, ou ainda, sólidos em suspensão, areias, óleos e gorduras (SILVA; MAINIER, 2004).

Objetivando a remoção dos sólidos citados acima, os principais mecanismos utilizados para tratamento, são as grades, peneiras, tanques de remoção de óleos e gorduras, como a caixa separadora, caixas de areia, decantadores e filtros.

Dentro dos tratamentos físicos, a caixa separadora água-óleo, atualmente é um dos sistemas de tratamento de efluente líquido em mecânicas mais largamente utilizada. Possui uma ótima eficiência e custo de instalação e manutenção baixos. A caixa separadora é composta de três compartimentos, que possibilita a separação em etapas obtendo um efluente final clarificado.

A NBR 8160, define caixa de gordura como:

Caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma.

Para o dimensionamento da caixa de gordura do tipo simples e cilíndrica, a NBR, 8160 Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução, define os seguintes critérios com dimensões mínimas:

- Diâmetro interno: 0,40 m;
- Parte submersa do septo: 0,20 m;
- Capacidade de retenção: 31 L;
- Diâmetro nominal da tubulação de saída: DN 75;

yy – Tratamento Físico-Químico

Segundo Gani (2002 apud SILVA, et al., 2004, p. 04) os processos físico-químicos são subdivididos em dois processos atenuantes, que seriam, processos tradicionais e processos eletrolíticos, onde o último, utiliza a eletrólise para a geração de agente coagulante.

Segundo Dalabona, 2012, o processo de tratamento físico-químico desempenha um papel importante na capacidade de remoção de grandes cargas poluidoras, bem como seu condicionamento para as etapas posteriores.

A remoção de diversos componentes ocorre através da combinação de processos físico-químicos para clarificação de águas residuais. Em geral, esses processos são coagulação, floculação e sedimentação (SILVA, 2016).

zz – Tratamento Biológico

Segundo Mendes, et al., 2005, os processos biológicos podem ser classificados como aeróbios e anaeróbios, onde os mesmos devem atender a alguns parâmetros importantes como a remoção da matéria orgânica, ou seja, redução da Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO) do resíduo a ser tratado, e quando possível, a degradação de compostos recalcitrantes, além da entrega de um efluente que esteja dentro dos padrões para receptor final, que pode ser o solo, ou corpos d'água.

Devido a maioria dos efluentes oriundos de mecânicas automotivas possuírem teores elevados de compostos com baixo grau de biodegradabilidade, os processos de tratamento biológicos não são largamente utilizados para esse tipo de efluente, destacando em sua maioria processos físicos e/ou físico-químicos.

3 METODOLOGIA

Visando dar ênfase nos atuais procedimentos existentes para tratamento dos efluentes líquidos industriais em mecânicas automotivas, bem como ressaltar os tratamentos mais eficientes, custos operacionais dos sistemas apresentados, manejo de subprodutos, essa pesquisa, de caráter bibliográfico, baseia-se em uma análise de periódicos, monografias, artigos científicos, atualizados, referentes ao tratamento de efluentes industriais em mecânicas.

A escolha dos artigos a serem analisados se deu através das palavras chaves “tratamento de efluente em mecânicas”, “tratamento de efluente industrial”, “efluente”, “mecânica”, “automotiva”, “oficina mecânica” na base de dados do Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), na base de dados de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) e Google Scholar.

A metodologia selecionada para elaboração deste trabalho foi através de critérios de artigos que apresentassem publicação nacional em processos de tratamento direcionados a efluentes líquidos industriais em mecânicas automotivas, e os critérios de exclusão foram artigos que possuíssem diretriz relacionada a outros tipos de mecânicas diferentes da abordada neste trabalho, além de artigos que não apresentavam resultados referentes aos objetivos específicos deste trabalho.

A análise realizada foi obtida através de discussão de teorias, relatórios, metodologias e resultados obtidos por autores em suas pesquisas sobre o tratamento de efluente industrial em mecânicas automotivas.

4 RESULTADOS

Este tópico possui os principais resultados encontrados nos artigos selecionados para este trabalho, referentes às diversas eficiências relacionadas aos tipos de tratamento de efluente líquido em mecânica, bem como sua caracterização físico-química do efluente bruto e, quando citado nos artigos, manejo dos subprodutos gerados.

Nas pesquisas realizadas no banco de dados da CAPES, do SCIELO, da BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) e do Google Scholar.

Foram encontrados 15 trabalhos relacionados ao tema objeto do projeto, nos quais 6 se encaixaram nos critérios de inclusão e foram selecionados para análise, conforme tabela 4.

Tabela 4 – Trabalhos utilizados para a revisão bibliográfica.

Autor	Cidade	Ano	Periódico	Título
DALABONA, V.	Passo Fundo	2012	Repositório UPF	Tratamento Físico-Químico por Floccodcantação de efluente de retífica de Motores
LIMA, F.	Goiânia-GO	2012	III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental	Proposta de tratamento de efluentes em empresa especializada em retífica de motores
MACHADO, F.P	Medianeira-PR	2013	Repositório UTFPR	Caracterização físico-química dos efluentes líquidos oriundos de uma oficina automotiva: estudo de caso.
FREITAS, et al.	Curitiba- PR	2014	Repositório UTFPR	Eficiência de caixas separadoras de gordura utilizando efluentes industriais
HECKLER, R.E	Francisco Beltrão- Pr	2017	Repositório UTFPR	Gerenciamento de resíduos líquidos e toxicidade do efluente em empresas de reparação automotiva
MENEGOTTO, B.V	Bagé-RS	2019	Repositório UNIPAMPA	Caracterização e proposta de tratamento de efluentes gerados por mecânicas automotivas

Fonte: Autor (2020).

O trabalho de Dalabona (2012), teve como objetivo realizar o tratamento físico-químico, afim de verificar a eficiência de remoção dos contaminantes do efluente bruto por processo primário em uma retífica de motores automotivos, elencando suas características físico-químicas, oriundo de uma mecânica automotiva, onde, na avaliação dos coagulantes utilizados para o tratamento, todos apresentaram eficiência, sendo estes, diferente do tipo de coagulante inorgânico com potencial ativo óxido de ferro, por ter mostrado maior eficiência na estabilização das partículas coloidais quando o efluente apresentou pH variando entre 6 e 9.

Os coagulantes do experimento 6, 8 e 12 obtiveram maior eficiência na remoção de DQO, com maior princípio ativo de óxido de ferro, obtendo as dosagens 220 mg/L, 250 mg/L e 300 mg/L, respectivamente.

Durante a fase 2, foi identificado o coagulante do experimento 6 com maior eficiência na redução da maioria dos parâmetros analisados, variando a eficiência de 74 a 99%.

Contudo, mesmo obtendo alta eficiência de remoção de DQO no coagulante 6, o autor constatou que o tratamento físico-químico apesar de eficiente e recomendado para o tipo de efluente tratado, o mesmo necessitaria de um tratamento complementar, para que se adeque aos corpos de lançamentos hídricos, o autor destacou que necessitaria de um maior estudo para definição de qual tratamento deve-se implantar.

Lima (2012) analisou o efluente tratado, originado da lavagem de motores em uma mecânica automotiva, onde o objetivo foi, baseado em análises laboratoriais, propor uma alternativa de tratamento de efluentes em uma empresa especializada em retífica de motores.

A metodologia utilizada por Lima (2012), constituiu de análises laboratoriais do efluente bruto e tratado, oriundo de uma mecânica automotiva, onde, foram coletados 4L de efluentes do setor de lavagem de motores. Os parâmetros analisados nas amostras coletadas foram: pH, turbidez, DQO, óleos e graxas, sólidos totais, solúveis e fixos.

Após os testes realizados, a DQO obtida foi de 780 mg O/L, sendo este valor considerado muito alto, demonstrando que não houve eficiência no processo físico de decantação, onde o mesmo se mostrou insuficiente para o tratamento do efluente objeto de estudo. O tratamento com o decantador também não obteve eficiência na remoção de sólidos totais, fixos e voláteis.

Lima (2012) constatou uma melhora dos parâmetros analisados, aumentando a eficiência do tratamento utilizando filtro de areia e brita, onde obteve uma melhor eficiência na redução de sólidos totais, voláteis e fixos, chegando a uma remoção de 3,9%, 80%, 51,4%, respectivamente.

A turbidez também teve uma diminuição, passando de 376 NTU para 16,8 NTU e a DQO com valor próximo a zero não foi possível quantificar, tendo em vista que não é o

melhor método para pequenas quantidades de matéria orgânica. Já o odor do óleo permaneceu, mesmo após a passagem da água residuária no filtro de brita e areia, onde, optou-se, para melhorar a eficiência do sistema, submeter essa água residuária a um filtro de carvão ativado em pó, obtendo assim, uma eficiência melhor, reduzindo a turbidez de 16,8 NTU para 1,85 NTU, removendo completamente o odor do efluente, cujo o mesmo processo acarretou na redução dos sólidos e uma QDO próxima a zero. Após todos os testes realizados, a água residuária como subproduto do tratamento se tornou possível para reutilização a níveis industriais ou irrigação de gramados.

Machado (2013) teve, como objetivo, fazer a caracterização de estudo de caso sobre os efluentes oriundos de atividades de funilaria e pintura, em oficina automotiva. Sendo assim, fez a caracterização físico-química do efluente líquido originado de uma oficina automotiva, onde as principais atividades da oficina são funilaria e pintura.

A metodologia utilizada por Machado (2013), consistiu em um levantamento de dados realizado por meio de pesquisa exploratória, caracterizando uma revisão bibliográfica do estado da arte dos principais métodos de tratamento de efluentes.

A mecânica automotiva analisada por Machado (2013) não dispõe de nenhum tratamento com relação ao efluente líquido gerado na indústria, mesmo contendo elevadas concentrações de inúmeros parâmetros, acima do permitido na Resolução CONAMA 430/2011.

Machado (2013) concluiu sugerindo, como forma de tratamento para o efluente líquido, a adsorção em carvão ativado dos poluentes, já que o carvão ativado é uma substância adsorvente muito utilizada no tratamento de efluente líquido.

Freitas et al. (2014), teve como objetivo avaliar a eficiência de um protótipo de caixa retentora de gordura, utilizando duas caixas como metodologia. Após a realização dos ensaios por batelada, foi possível constatar as eficiências do tratamento utilizando caixas separadoras de gordura para remoção de DQO.

A metodologia utilizada consistiu em analisar parâmetros como óleos e graxas, pH, DQO e Sólidos sedimentáveis, onde, o efluente oriundo de postos combustíveis, mecânica e um local de lavagem de carros, foram submetidos ao tratamento físico utilizando caixas de gordura.

As dimensões das duas caixas escolhidas para estudo, pré fabricadas, foram, 19 L, e outra com uma dimensão maior, aproximadamente 54 L, visando aumentar a área superficial, para verificar se teria influencia diretamente com a eficiência de remoção dos parâmetros analisados. A quantidade total de ensaios foi treze ensaios realizados em batelada, onde as coletas para caracterização foram feitas a partir do efluente bruto bem como após uma e duas horas de permanência nas caixas.

Na mecânica localizada no posto combustível é possível perceber que após o tratamento realizado no efluente bruto, a eficiência de remoção de DQO na caixa 1 (C1) foi maior em

relação a caixa 2 (C2), com valores de 7,34 a 1,45%, respectivamente.

A eficiência da remoção de DQO da água proveniente de oficina de mecânica foi em média 13,57% para C1 e 26,20% para C2 e de óleos e graxas de 73,7% para C1 e 74,4% para C2.

Já o efluente oriundo da lavagem de automóveis, os valores de DQO e as eficiências de C1 e C2 na remoção de DQO são, na caixa 1, 8,23% e na caixa C2 a eficiência foi de 8,71%.

Como resultado do estudo, foi possível concluir que as caixas utilizadas não apresentaram eficiência significativa em relação a todos os parâmetros analisados. Também foi possível constatar que mesmo os resultados não apresentando uma alta eficiência, constatou-se que o aumento da área superficial das caixas de gordura contribuiu para o aumento da eficiência do tratamento de águas residuárias.

Heckler (2017) em seu trabalho, teve como objetivo realizar uma avaliação do sistema de gestão e eficiência dos resíduos líquidos, bem como determinar a toxicidade do efluente das empresas de reparação automotiva, onde a avaliação se deu por sistemas de tratamento de efluente líquido já existente nas mecânicas abordadas no estudo.

O estudo realizado por Heckler (2017), teve como metodologia, realizar visitas in loco, buscando avaliar as gestões dos resíduos sólidos, bem como dos sistemas de tratamento dos efluentes, em relação as normas NBR's 9800/1987, 12235/1992 e CONAMA 357/2005 e 430/2011. A eficiência dos sistemas de tratamento de efluente líquido foi determinada a partir da eficiência do separador de água óleo, por meio da realização de análises dos parâmetros físico-químicos do efluente líquido, como a temperatura, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos totais e óleos e graxas.

O tipo de tratamento analisado por Heckler foi o tratamento físico, para tanto, utilizou-se a caixa separadora água e óleo, a fim de tratar o efluente líquido, onde, o mesmo, após a realização das análises, constatou-se que este tipo de sistema não é eficiente para tratar o efluente, mediante sua composição, tendo em vista que, dentro dos parâmetros analisados, todas as empresas que participaram do estudo, apresentaram inconformidade com relação aos teores elevados de óleos e graxas, não alcançando eficiência de redução de modo que possa ser enquadrado na resolução CONAMA 430/2011.

Menegotto (2019) analisou as características físico-químicas do efluente bruto objeto de estudo, e construiu um aparato de separação para realização da pesquisa, onde o mesmo apresentou como uma solução eficiente na remoção de óleos e graxas, com cerca de 86,90% e turbidez de 83,31%, dos efluentes oriundos de mecânicas automotivas, além de possuir também, baixo custo de implantação, justificando assim a sua implantação na mecânica objetivo de estudo.

A metodologia utilizada por Menegotto (2019) consistiu em coletar o efluente líquido de quatro mecânicas localizada no município de Bagé-RS e uma mecânica localizada no

município de Bento Gonçalves (RS). A caracterização físico-química do efluente bruto se deu a partir da relação dos seguintes parâmetros: pH, Turbidez, Óleos e Graxas, DQO, DBO, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos.

O efluente da mecânica automotiva de Bento Gonçalves (RS) foi submetido ao tratamento preliminar (caixa separadora de óleo e água) e primário (coagulação, floculação e filtração). No tratamento preliminar, foi construído uma caixa de retenção com vistas a separação de óleo e graxa da fase aquosa em sistema pseudocontínuo. A fase aquosa foi submetida ao tratamento primário, que consistiu da adição de policloreto de alumínio (PAC) como coagulante e um polímero aniônico como agente floculante. O processo de coagulação e floculação deu origem a duas fases: o clarificado e o lodo.

Quando analisado parâmetros de DQO/DBO do efluente bruto, Menegotto constatou que devido as características do efluente, o tratamento selecionado para o mesmo seria de caráter físico-químico, descartando o tratamento biológico, pois o mesmo apresentou baixa biodegradabilidade.

Já nos ensaios realizados referentes a coagulação e floculação, os processos utilizados são adequados em virtude da redução de 72% de turbidez, 19% de condutividade elétrica e 12% de sólidos dissolvidos.

Menegotto (2019) ainda conclui que, referente ao subproduto gerado no tratamento do efluente líquido gerado na mecânica automotiva, o sistema utilizado produz uma baixa quantidade de lodo, chegando a 20%, após o processo de sedimentação o que facilita o acondicionamento do mesmo. O efluente final também apresentou, após o processo de filtração, baixos valores de turbidez (23,88 NTU), condutividade elétrica (808 μ S), sólidos dissolvidos (394 ppm) DQO (200 mg/L) e óleos e graxas (5,65 mg/L).

Com isso, mediante os trabalhos analisados, foi possível verificar as principais características do efluente bruto e eficiências, a partir de seus respectivos tratamentos, conforme as tabelas 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5- Valores de caracterização do efluente bruto, dos trabalhos analisados.

Autor	Parâmetros						
	pH	DQO/ mg/L	Turbidez (NTU)	Temperatura (°C)	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Óleos e graxas (mg/L)	Fósforo (mg/L)
DALABONA, 2012	9,2± 0,2	3418± 243	650±10	19± 0,66	714± 1,8	401± 3	12,00± 0,08
LIMA, 2012	6	780	-	-	340	-	-
MACHADO, 2013	-	376	-	-	5.020,5000	242,6667	-
FREITAS ET AL., 2004 CAIXA 1	10,04	1.323,33	-	23,9	-	4480	-
FREITAS ET AL., 2004 CAIXA 2	10,08	22000	23,9	24	-	4350	-
MENEGOTTO , 2019	7,46± 2,5	17433	24,0	22±0,6	-	266,5037 ±190	-
HECKLER , 2017	5,61 ± 1,3	419,5 ± 483,5883	22±0,6 -	28,01± 1,06	-	93117,2± 169951,2	-

Fonte: Autor (2020).

Com isso, a partir dos dados extraídos dos artigos publicados, foi possível observar que o efluente oriundo de mecânicas automotivas é caracterizado por possuir teores elevados de DQO, óleos e graxas, dentre outros parâmetros acima do permitido na legislação CONAMA 430/2011 e CONSEMA nº 355 de 2017.

Também foi possível observar a importância da caracterização do efluente bruto mediante a escolha do tratamento a ser utilizado, tendo em vista que isso será um fator determinante na eficiência dos sistemas utilizados.

Tabela 6– Principais eficiências em relação à DQO e óleos e graxas, nos trabalhos analisados

Autor	Ano	Tratamento	Eficiência remoção de DQO	Eficiência remoção de Óleos e graxas
Dalabona, V.	2012	Tratamento físico-químico com coagulantes	74 a 99%	74 a 99%
Lima, F.	2012	Tratamento físico com Decantador	Não houve Eficiência	Não houve Eficiência
Freitas, et al.	2014	Tratamento físico com caixa de gordura	13,57% a 26,20%	73,7% a 74,4%
Heckler, 2017	2017	Tratamento Físico com Caixa separadora água e óleo	-	-
Menegotto, B.V	2019	Tratamento Físico químico e físico	99,8%	86,90%

Fonte: Autor (2020).

Observou-se que, este tipo de efluente, também é caracterizado por apresentar valores de pH mais básicos, fato esse que, ao comparar com as legislações CONAMA 430/2011 e CONSEMA nº 355 de 2017, desenquadra o efluente ao lançamento nos corpos receptores sem o devido ajuste do pH, tendo em vista que os valores permitidos nessas legislações se enquadram entre 5 a 9 e 6 a 9, respectivamente.

Foi possível concluir através dos artigos analisados, que a decantação como tratamento de efluente bruto provindo de mecânicas automotivas, seja no processo de lavagem de carro, lavagem de peças ou até mesmo retífica de motor, não se mostrou ser o tratamento mais eficiente e indicado para este tipo de efluente, comparado com as outras alternativas analisadas neste projeto, pois o efluente tratado apresentou elevada concentração de DQO, além de alta turbidez e odor, precisando ser submetido a um pós tratamento para a sua devida disposição no corpo receptor.

Com relação ao tratamento físico, as caixas separadoras de gordura, que são as mais utilizadas em mecânicas automotivas, devido a sua simplicidade e baixo custo de implantação, em todos os parâmetros físico-químicos analisados, não apresentaram eficiência

significativa, porém, em um dos estudos abordados neste trabalho, constatou-se que, a eficiência da mesma, poderia aumentar, caso a sua área superficial aumentasse.

Contudo, nos artigos que abordaram sobre geração do mesmo, dentro do tratamento de efluente de mecânicas automotivas, foi ressaltado que, quando há geração de lodo, o mesmo se encontra em uma quantidade reduzida, se comparado a outros tipos de tratamento e efluentes. Também foi possível observar que, a água residuária que foi submetida ao tratamento físico-químico, de brita, areia e carvão ativado, possui características que possibilitaram seu reuso em processos de reutilização industrial e irrigação de gramados, fator esse muito importante, tendo em vista que se fosse submetido a um tipo de tratamento inadequado, o mesmo poderia acabar poluindo o corpo receptor.

5 CONCLUSÃO

Os artigos que englobaram o tratamento físico-químico apresentaram os melhores resultados, alcançando eficiências de remoção de turbidez, óleos e graxas maiores que 80%. Assim, este tratamento, como por exemplo após a revisão bibliográfica, seria o mais indicado para este tipo de efluente, como demonstrado nos trabalhos de Dalabona 2012 e Mengotto 2019.

No tratamento biológico, não foram encontrados estudos que utilizassem esse tipo de tratamento para os efluentes oriundos de mecânicas automotivas, podendo ser justificada a ausência deste tipo de tratamento devido à característica do efluente de apresentar baixa biodegradabilidade.

Com relação aos subprodutos gerados, o manejo e disposição do mesmo, após a revisão bibliográfica, notou-se que, dentro dos estudos abordados neste trabalho, existe pouca literatura sobre a problemática em questão, necessitando de estudos mais completos que englobem a disposição do subproduto.

É de suma importância que se faça uma caracterização físico-química do efluente bruto, afim de escolher o melhor tratamento para o mesmo, com base nas suas propriedades, tendo em vista que hoje, a literatura dispõe de trabalhos onde há eficiência para vários tipos de tratamento, bastando apenas, escolher o que se enquadre melhor no efluente requerido, onde deve-se levar em consideração também, para escolha do melhor tratamento, viabilidade econômica, além da ambiental.

Como demonstrado no decorrer deste trabalho, existe uma deficiência em relação a publicações de trabalhos no que se diz respeito a sistemas de tratamento de efluentes líquidos em mecânicas automotivas, além da disposição dos subprodutos, bem como seu devido manejo.

Então, como sugestão para trabalhos futuros, a primeira opção seria um trabalho mais completo, que abordasse não apenas a caracterização do efluente bruto e tratado, bem como a eficiência do tratamento utilizado, mas que abordasse também, a geração do subproduto gerado com o tratamento.

Outra opção seria trabalhos que estudassem apenas os subprodutos gerados no tratamento de efluente líquidos em mecânicas automotivas, analisar características físico-químicas desse efluente a fim de verificar se está enquadrado dentro dos padrões de lançamentos da legislação vigente, além do manejo deste subproduto, bem como sua devida disposição.

6 REFERÊNCIAS

APAREM. **Saiba o que é retificar um motor.** Disponível em:<<https://www.aparem.org.br/modulos.php?nome=novidades&file=article&sid=20>> Acesso em: 30 ago. 2020.

BOMPREGO. **Devemos lavar o motor do veículo?** Disponível em:<<https://www.bomprecopecas.com.br/blog/devemos-lavar-o-motor-do-veiculo/>> Acesso em 10 out. 2020.

BRASIL. Resolução Conama n° 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União**, [s. l.], p. 1–9, 2011. Disponível em:< <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 26 ago. 2020.

DALABONA, V. **Tratamento Físico-Químico por Flocculação de efluente de retífica de motores.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo- Passo Fundo – RS, 2012.

FILHO, R.M; FERREIRA, Q.C; RIBEIRO, F.A. **Avaliação ambiental das oficinas mecânicas que realizam troca de óleo na cidade de monte carmelô – MG.** Disponível em:<<file:///C:/Users/anapa/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/10%20SEMESTRE/materi%20al%20TCC/trocadeoleo.pdf>> Acesso em: 14 set. 2020.

FONTENELE, et al. Modelo de tecnologia limpa aplicado ao processo de retificação de motores automotivos. In: XXVI ENEGEP, 2006, Fortaleza-CE: **ABEPRO**, 2006.

FREIRE, R.S. et al. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química Nova**, Campinas-SP, vol.23 n.4, p. 504, 2000.

FREITAS, E; MULLER, G.L; LIMA, R.B. **Eficiência de caixas separadoras de gordura utilizando efluentes industriais.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Curitiba- PA, 2014.

GAUTO, M.A; ROSA, G.R. **Processos e operações unitárias da indústria química.** 1° ed. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna, 2011.

GIORDANO, G. Tratamento e controle de efluentes industriais. **Revista ABES**, Mato Grosso, v. 4, n. 76, p. 81, 2004.

GOMES, B. M. **Pré-tratamento físico-químico de efluentes industriais de um abatedouro de bovinos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo- RS, 2010. Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/20102/B%20C1RBARA%20MARIA%20FRITZEN%20GOMES.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa. **Número de empresas e outras organizações, 2016**. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/992#resultado>> Acesso em: 18 set. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa. **Número de empresas e outras organizações, 2018**. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/992#resultado>> Acesso em: 18 set. 2020.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**, 6° Ed. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2011. 969 p.

LIMA, F. Proposta de tratamento de efluentes em empresa especializada em retífica de motores. In: **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2012, Goiânia- GO: IBEAS, 2012.

MACHADO, F.P. **Caracterização físico-química dos efluentes líquidos oriundos de uma oficina automotiva: estudo de caso**. 2013. Monografia de especialização (Especialista na Pós Graduação em Ensino de Ciências) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná- PR, 2013.

MENDES, A.A. et al. Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos. **Química Nova**, São Paulo- SP, vol.28 n.2, p.305, 2005.

MENEGOTTO, B.V. **Caracterização e proposta de tratamento de efluentes gerados por mecânicas automotivas**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade Federal do Pampa-Bagé – RS, 2019.

MIERZWA, J.C. **O uso racional e reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria estudo de caso da Kodak brasileira**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia hidráulica e sanitária) – Universidade de São Paulo – São Paulo, 2002.

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 (Bacharel em

Engenharia Civil) - Universidade regional do noroeste do estado do Rio Grande do Sul – Ijuí-RS, 2016.

NUNES, J. A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. 3 ed. Aracaju: Editora Triunfo, 2001. 273p.

PAULINO, P.F. **Diagnóstico dos resíduos gerados nas oficinas mecânicas de veículos automotivos do município de São Carlos – SP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental do Instituto de Geociências e Ciências Exatas) – **Universidade Estadual Paulista - Campus de Rio Claro- SP**, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DUQUE DE CAXIAS. **Secretaria municipal de meio ambiente e projetos especiais (SEMAPE)**. Cadastro Municipal de atividades potencialmente poluidoras, 2004.

RIO GRANDE DO SUL. Resolução Consema no 355, de 13 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. **Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, [s. l.], p. 1–9, 2011. Disponível em:< <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201707/19110149-355-2017-criterios-e-padroes-de-emissao-de-efluentes-liquidos.pdf>> Acesso em: 26 ago. 2020.

ROCHA, C.J; ROSA, A.H; CARDOSO, A.A. **Introdução à química ambiental**. 2º ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2009.

SCHROEDER, L.H. **Tratamento físico-químico por coagulação-floculação-sedimentação de efluente de indústria de celulose**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química Tecnológica com ênfase Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Curitiba- PA, 2016.

SECRON, M.B.; GIORDANO, G.; FILHO, O.B. **Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: < <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/295/1/sgpa-12.pdf>> Acesso em: 24 jun. 2020.

SILVA, E. M. **Estudo e caracterização do efluente em indústria beneficiadora de arroz parboilizado**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pampa, Bagé -RS , 2016.

SILVA, P.C.F; MAINIER, F.B. **Tratamento eletrolítico de resíduos líquidos gerados em indústria mecânica fabricante de equipamentos para produção de petróleo**. 2004. Disponível em:< https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/261_Tratamento%20eletrol.pdf> Acesso em: 30 set. 2020.

VON SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3 ed. Minas Gerais: Editora da UFMG, 2012. 428p.

VON SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 1 ed. Minas Gerais: Editora da UFMG, 1996. 243p.

VON SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** 3 ed. Minas Gerais: Editora da UFMG, 2012. 428p.

TEIXEIRA, C.P.A.B; JARDIM, W.F. **Processos Oxidativos avançados.** 2004. Disponível em:<
file:///C:/Users/anapa/OneDrive/Área%20de%20Trabalho/10%20SEMESTRE/material%20TCC/teixeiraEjardim.pdf> Acesso em: 29 set. 2020.