

Universidade Federal de Rondonópolis – UFR
Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas – ICAT
Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Ambiental – PPgGTA

**SEPARAÇÃO DE ÓLEOS E GRAXAS DE EFLUENTE DA LAVAGEM
DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS COM USO DE PLACAS
COALESCENTES**

Ademir Martine Júnior
Dissertação de Mestrado

Rondonópolis-MT

Março/2024

Universidade Federal de Rondonópolis – UFR
Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas – ICAT
Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Ambiental – PPgGTA

**SEPARAÇÃO DE ÓLEOS E GRAXAS DE EFLUENTE DA LAVAGEM
DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS COM USO DE PLACAS
COALESCENTES**

Ademir Martine Júnior

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Silmara Bispo dos Santos

Dissertação de Mestrado

Rondonópolis-MT
Março/2024



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA AMBIENTAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: SEPARAÇÃO DE ÓLEOS E GRAXAS DE EFLUENTE DA LAVAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS
COM USO DE PLACAS COALESCENTES**

AUTOR : MESTRANDO ADEMIR MARTINE JÚNIOR

Dissertação defendida e aprovada em 05 de Março de 2024.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Doutora Silmara Bispo dos Santos (Presidente da Banca /Orientadora)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS

2. Doutora Cristina Alves Lacerda (Examinadora Interna)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS

3. Doutora Ana Carolina Barbosa Kummer(Examinadora Externa)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE

4. Doutora Maria da Conceição Trindade Bezerra e Oliveira (Examinadora Suplente)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS

RONDONÓPOLIS, 05/03/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Silmara Bispo dos Santos, Docente UFR**, em 19/04/2024, às 16:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristina Alves Lacerda, Docente UFR**, em 23/04/2024, às 14:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Barbosa Kummer, Usuário Externo**, em 29/04/2024, às 15:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0315443** e o código CRC **A0343B89**.

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

Ficha Catalográfica elaborada de forma automática com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

M385s Martine Júnior, Ademir.
Separação de óleos e graxas de efluente da lavagem de veículos
automotivos com uso de placas coalescentes [recurso eletrônico] / Ademir
Martine Júnior. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 50 f., il. color., pdf). – 2024.

Orientador(a): Silmara Bispo dos Santos.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Rondonópolis,
Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação
em Gestão e Tecnologia Ambiental, Rondonópolis, 2024.
Inclui bibliografia.

1. Lavadores de veículos. 2. Placas em ABS. 3. Sustentabilidade
ambiental. 4. Tecnologias de tratamento. 5. Tratamento de efluentes. I.
Santos, Silmara Bispo dos, *orientador*. II. Título.

É concedida à Universidade Federal de Rondonópolis para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ademir Martine Júnior

Ademir Martine Júnior

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Simone, meu porto seguro e fonte constante de amor, apoio e inspiração. Sua presença ao meu lado foi fundamental para superar os desafios e celebrar as conquistas ao longo desta jornada.

Aos meus filhos Ághata e Miguel, que são minha motivação diária para alcançar o melhor de mim e deixar um legado de perseverança e dedicação. Que este trabalho seja um testemunho do meu amor por vocês e da minha busca incansável pelo conhecimento e excelência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por suas promessas estarem se cumprindo em minha vida.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Silmara Bispo dos Santos, pela sua orientação, paciência e dedicação ao longo deste processo. Suas sugestões e insights foram inestimáveis para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos membros da banca examinadora, Prof^a Dr^a Cristina Alves Lacerda e a Prof^a Dr^a Ana Carolina Barbosa Kummer, por dedicarem seu tempo e expertise para avaliar este trabalho.

Expresso minha gratidão aos professores e colegas do programa de mestrado, cujas discussões e contribuições enriqueceram minha jornada acadêmica e inspiraram novas perspectivas sobre o tema estudado.

À minha família e amigos, pelo apoio incondicional, compreensão e encorajamento ao longo deste caminho. Suas palavras de incentivo foram fundamentais para superar os desafios e alcançar este marco importante em minha carreira acadêmica.

Por fim, gostaria de agradecer à instituição UFR pelo suporte oferecido durante todo o período do mestrado, proporcionando recursos e oportunidades para o desenvolvimento acadêmico e profissional.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento. Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e colaboração de cada um de vocês.

RESUMO

A gestão adequada dos efluentes oleosos provenientes das lavagens de veículos desempenha um papel crucial na prevenção da contaminação ambiental. A falta de sistemas eficientes pode levar à dispersão de óleos e produtos químicos, resultando na poluição do solo e da água, com consequências legais, riscos à saúde pública e ameaças à biodiversidade aquática. Para garantir a conformidade regulatória e promover a sustentabilidade ambiental no setor automotivo, é fundamental implementar tecnologias de tratamento, como separadores de óleo e sistemas de filtragem. Nesse contexto, um estudo foi conduzido para avaliar um sistema básico de separação de óleo de um lavador de veículos, além de desenvolver e testar alternativas para melhorar a eficiência desses sistemas. O trabalho consistiu em duas etapas distintas: uma avaliação preliminar da eficiência de separação água/óleo (SAO) de um lavador de veículos instalado na Fazenda Ouro Verde, em Pedra Preta - MT, e a montagem e análise do desempenho de um sistema de separação de óleos e graxas do efluente coletado no mesmo lavador. Os resultados da avaliação preliminar revelaram concentrações de óleos e graxas acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, evidenciando a necessidade de melhorias. Na segunda etapa, observou-se uma redução gradual na concentração de óleos e graxas ao longo do tempo em ambos os sistemas avaliados. A utilização de placas de ABS demonstrou acelerar o processo de separação do óleo, alcançando os limites aceitáveis para descarte em fontes hídricas. Os resultados também apontaram a importância de uma pré-limpeza, como gradil e/ou filtro de areia, antes do tratamento do efluente, e sugeriram a implantação de mais uma caixa separadora com leito apropriado para otimizar o processo de separação de óleo. Análises adicionais indicaram que a presença de materiais orgânicos e surfactantes pode influenciar nas propriedades de densidade e viscosidade. Em suma, o sistema SAO mostrou-se eficaz na redução da concentração de óleos e graxas no resíduo, destacando a importância da implementação de tecnologias de tratamento e medidas complementares para garantir a sustentabilidade ambiental no setor automotivo e os benefícios ambientais resultantes.

Palavras-chave: Lavadores de Veículos; Placas em ABS; Sustentabilidade Ambiental; Tecnologias de Tratamento; Tratamento de Efluentes

ABSTRACT

The proper management of oily effluents from vehicle washes plays a crucial role in preventing environmental contamination. The absence of efficient systems can lead to the dispersion of oils and chemicals, resulting in soil and water pollution, with legal implications, risks to public health, and threats to aquatic biodiversity. To ensure regulatory compliance and promote environmental sustainability in the automotive sector, it is essential to implement treatment technologies such as oil separators and filtration systems. In this context, a study was conducted to evaluate a basic oil separation system from a vehicle washer, as well as to develop and test alternatives to enhance the efficiency of these systems. The work consisted of two distinct stages: a preliminary assessment of the oil/water separation efficiency of a vehicle washer installed at Ouro Verde Farm in Pedra Preta - MT, and the assembly and analysis of the performance of a system for separating oils and greases from the effluent collected at the same washer. The results of the preliminary assessment revealed concentrations of oils and greases above the limits established by CONAMA Resolution No. 430/2011, highlighting the need for improvements. In the second stage, a gradual reduction in the concentration of oils and greases over time was observed in both evaluated systems. The use of ABS plates was found to accelerate the oil separation process, achieving acceptable limits for disposal in water sources. The results also emphasized the importance of pretreatment, such as grilles and/or sand filters, before effluent treatment, and suggested the implementation of an additional separator tank with an appropriate bed to optimize the oil separation process. Additional analyses indicated that the presence of organic materials and surfactants may influence density and viscosity properties. In summary, the SAO system proved effective in reducing the concentration of oils and greases in the residue, underscoring the importance of implementing treatment technologies and complementary measures to ensure environmental sustainability in the automotive sector and the resulting environmental benefits.

Keywords: Vehicle Washers; ABS plates; Environmental Sustainability; Treatment Technologies; Effluent Treatment

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. OBJETIVOS..... | 13 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 13 |
| 2.2 Objetivos específicos | 13 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 13 |
| 3.1 – Empreendimentos voltados para a lavagem de veículos automotores | 13 |
| 3.2 – Sistemas comuns de lavagens de automóveis..... | 14 |
| 3.3 – Produtos químicos utilizados na lavagem de veículos | 15 |
| 3.4 – Efluentes da lavagem de veículos e sistemas de tratamento | 17 |
| 3.5 – Utilização de leitos coalescentes no tratamento de efluentes oleosos | 18 |
| 3.6 – Legislações ambientais aplicadas à atividade de lavagem de veículos | 19 |
| 4. METODOLOGIA | 20 |
| 4.1 Etapa 1: Estudo Preliminar e análise da eficiência de separação de óleos e graxas do sistema SAO instalado na Fazenda Ouro Verde. | 21 |
| 4.2 Coleta e Análise Preliminar | 23 |
| 4.3 Etapa 2: Desenvolvimento e teste de um sistema para separação água/óleo .. | 23 |
| 4.4 Análise estatística | 26 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 26 |
| 5.1 - Etapa 1: Estudo Preliminar e análise da eficiência de separação de óleos e graxas do sistema (SAO) instalado na Fazenda Ouro Verde..... | 26 |
| 5.2 - Etapa 2: Análise da eficiência de separação de óleos e graxas com uso de placas coalescentes | 27 |
| 6. CONCLUSÃO | 33 |
| REFERÊNCIAS | 34 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Esquema representativo do fenômeno de coalescência | 18 |
| Figura 2: Separadores de Óleos e Água (SAO) | 22 |
| Figura 3 - Esquema geral do sistema | 22 |
| Figura 4 - Vista isométrica em corte com representação do escoamento descendente do efluente. | 24 |
| Figura 5 - Sistema sem Placas | 25 |
| Figura 6 - Sistema com Placas | 25 |
| Figura 7 - Sistema Controle e Sistema com PLC | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Propriedades Físico-Químicas do Intercap; Solupan e Shampoo Automotivo | 16 |
| Tabela 2 - Valores médios das análises da densidade e viscosidade | 28 |
| Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão da concentração de óleos e graxas em mg/L ¹ presentes no efluente ao longo do tempo de separação..... | 28 |
| Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas para concentração de Óleos e Graxas (\hat{y}) em função do tempo de coleta (x), com coeficiente de determinação (r^2) e significância das regressões (p)..... | 29 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS - Acrilonitrila Butadieno Estireno
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR - Norma Brasileira
O/G - Óleos e Graxas
PLC - Placas Coalescentes
SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAO - Separadores de Água e Óleo

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por água doce para atender às necessidades humanas destaca a importância da racionalização do uso desse recurso, tornando-se um ponto crucial e universalmente relevante. A discussão sobre a situação climática e a sustentabilidade no uso dos recursos ambientais tem ocupado posição central nos debates contemporâneos, resultando em diversas ações e políticas públicas. Nesse contexto, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) destaca a necessidade do desenvolvimento sustentável, que transcende a mera erradicação da pobreza, abrangendo também a proteção do meio ambiente e do clima global.

A preocupação ambiental associada a esses lavadores ultrapassa o mero consumo excessivo de água. Rodrigues *et al.* (2021) ressaltam que o grande volume de água utilizado também resulta na geração significativa de efluentes, tornando crucial a avaliação dos aspectos e impactos ambientais para determinar o grau de prejuízo causado por essas atividades. De acordo com De Sousa, Lemos e Junior (2018) e Rodrigues *et al.* (2021), o uso indiscriminado de produtos químicos nos lavadores, como detergentes, óleos, graxas e hidrocarbonetos, intensifica o risco ecológico, contaminando os lençóis freáticos e rios, fontes vitais de água para as cidades.

Agravando a situação, a falta de sistemas adequados de tratamento de efluentes contribui para o aumento exponencial desses riscos. Conforme identificado por Leão *et al.* (2010), há casos em que lavadores de veículos despejam efluentes diretamente na rede de esgoto municipal sem tratamento adequado, destacando a urgência de intervenções efetivas. A escassez de sistemas de separadores de água/óleo (SAO) em muitos estabelecimentos, conforme destacado por De Sousa, Lemos e Junior (2018) e Santos *et al.* (2019), evidencia a necessidade preeminente de implementar medidas que minimizem os impactos ambientais.

Além dos danos ambientais diretos, Almeida (2022) aponta que a ausência de tratamento efetivo dos efluentes de lavadores de veículos podem impactar negativamente os sistemas de tratamento de esgoto (ETE), comprometendo ainda mais a gestão sustentável da água. Em regiões específicas, como Mato Grosso, Naves (2021) destaca os lavadores veiculares como importantes poluidores da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, gerando resíduos que impactam negativamente o ecossistema, mesmo quando classificados como de baixo teor.

A urgência de abordar essas questões é incontestável, conforme indicado por Freire que enfatiza que os lavadores de veículos não são apenas grandes consumidores de água potável,

mas também significativos agentes poluidores. A falta de tratamento adequado dos efluentes, conforme evidenciado em pesquisa realizada na Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) de Rondonópolis-MT, reforça a necessidade crítica de intervenções regulatórias e tecnológicas.

Do ponto de vista legal, é possível enquadrar o descarte dos resíduos/efluentes gerados nessa atividade, nas leis federais e estaduais que regem os Recursos Hídricos no país. Destacam-se a Lei Federal 6.938/1981, que versa sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, definindo seus objetivos, mecanismos de formulação e aplicação, além de outras providências. Da mesma forma, a Lei Federal 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e regulamentou o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal de 1988. Complementarmente, a Lei Federal 11.445/2007 delinea as diretrizes nacionais para o saneamento básico e institui o Comitê Interministerial de Saneamento Básico.

No âmbito do Estado de Mato Grosso, a Lei Complementar n 38, de 21 de Novembro de 1995, descreve o Código Estadual do Meio Ambiente e apresenta outras disposições correlatas. Relacionada diretamente às preocupações ambientais, a Lei Complementar Nº 582, de 13 de Janeiro de 2017, institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas, refletindo a abordagem estadual em relação a essas questões complexas.

Além das legislações, é importante considerar normativas técnicas e padrões de qualidade. A NBR 13969:2027 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a SABESP (2023) estabelecem parâmetros para a qualidade dos efluentes destinados ao reuso e oferecem diretrizes específicas. Adicionalmente, a CETESB (2012), elaborou o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras sobre Coletas e Ensaio de Efluentes Líquidos, fornecendo orientações valiosas para a gestão desses resíduos.

Nesse contexto normativo e legal, o presente trabalho propôs-se avaliar a eficácia do sistema de separadores de água/óleo (SAO), especialmente incorporando leitos coalescentes, em efluentes provenientes de um lavador de veículos situado em uma propriedade rural. Este estudo busca contribuir para o aprimoramento de projetos de sistemas de pré-tratamento de efluentes, direcionando esforços para otimização e, eventualmente, viabilizando a reutilização desses resíduos. Ao focar na implementação prática dessas tecnologias, espera-se que os resultados deste trabalho possam não apenas informar a eficácia dos sistemas de separadores, mas também orientar futuras investigações e intervenções para aprimorar a gestão ambiental nesse contexto específico de lavagem de veículos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente estudo teve como objetivo geral realizar uma análise preliminar de um sistema básico de separação de óleo em um lavador de veículos, bem como desenvolver e testar um sistema alternativo visando aprimorar a eficiência desses sistemas.

2.2 Objetivos específicos

1. Efetuar a coleta e análise do efluente proveniente da lavagem de veículos realizada em um lavador localizado na Fazenda Ouro Verde, em Pedra Preta - MT.
2. Realizar uma avaliação preliminar do sistema instalado quanto à eficácia na remoção de óleos e graxas.
3. Elaborar e testar em ambiente laboratorial um sistema alternativo de separação de óleo destinado ao tratamento de efluentes provenientes de lavadores de veículos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 – Empreendimentos voltados para a lavagem de veículos automotores

O tratamento eficiente do efluente proveniente da lavagem de veículos é de extrema importância para minimizar o impacto ambiental e promover o uso responsável dos recursos hídricos. Diante do elevado número de veículos no Brasil, que demandam lavagem regular, surge a necessidade premente de adotar práticas sustentáveis nesse processo. A lavagem de veículos, uma atividade disseminada por todo o país, enfrenta desafios quanto ao consumo excessivo de água potável e produtos químicos, além da inadequada gestão dos resíduos gerados. Essa realidade instiga a busca por alternativas que promovam a eficiência no tratamento dos efluentes, ao mesmo tempo em que se reduz o consumo de água.

Estudos como os de Freire (2023) e Gonzaga Neto *et al.* (2015) ressaltam a necessidade de implementar sistemas de tratamento adequados para lidar com os resíduos resultantes da lavagem de veículos, destacando a importância de reduzir o desperdício de água e controlar a

contaminação do meio ambiente. Nesse contexto, a utilização de tecnologias como os Separadores de Óleos e Água (SAO) ganha relevância, sendo uma exigência para o licenciamento ambiental dos estabelecimentos. Complementadas por sistemas de filtragem, essas tecnologias têm o propósito de separar a fase oleosa da fase aquosa, permitindo um tratamento mais eficaz dos efluentes.

No entanto, é essencial reconhecer as limitações dos SAOs, conforme evidenciado por Queiroz (2014), especialmente quando fabricados sem o dimensionamento adequado. A fim de garantir a eficácia na remoção de poluentes, é necessário investir em tecnologias que atendam aos padrões ambientais e que possam ser aplicadas de forma adequada, considerando as características específicas de cada localidade. Além disso, iniciativas como a captação e reutilização da água da chuva, sugeridas por Favretto (2016) e Badotti (2020), mostram-se como opções viáveis para reduzir a dependência da água potável na lavagem de veículos.

Essas práticas contribuem não apenas para a conservação dos recursos hídricos, mas também para a promoção de um processo de lavagem mais sustentável e alinhado aos princípios de responsabilidade ambiental. Em síntese, a implementação de sistemas de tratamento eficientes e a adoção de práticas que visam à minimização do consumo de água são fundamentais para tornar a atividade de lavagem de veículos mais sustentável e compatível com as exigências ambientais contemporâneas. Essa abordagem não apenas contribui para a preservação do meio ambiente, mas também promove a conscientização e o engajamento de toda a sociedade em prol de um futuro mais sustentável.

3.2 – Sistemas comuns de lavagens de automóveis

A análise dos sistemas usuais de lavagem de veículos ganha destaque na gestão sustentável dos recursos hídricos e ambientais, especialmente no que se refere ao tratamento eficaz dos efluentes gerados. O alto consumo de água nessas operações representa um desafio significativo para a preservação dos recursos hídricos.

No Brasil, os sistemas mais comuns de lavagem de veículos variam desde métodos manuais até sistemas automatizados.

Sobre a lavagem manual, Leão *et al.* (2010) falam que este é o método tradicional onde os veículos são lavados manualmente por funcionários utilizando água, sabão e escovas. Este método é comum em postos de gasolina, lava-rápidos e garagens.

Já para a lavagem com jato de água, Rodrigues *et al.* (2021) dizem que esta técnica utiliza equipamentos de alta pressão para pulverizar água sobre o veículo, removendo sujeira e detritos. Pode ser feita manualmente ou de forma automatizada.

Pesquisas como as de Baluarte *et al.* (2016) e Subtil (2016) evidenciam que a lavagem de veículos pode consumir quantidades consideráveis de água, variando de 200 litros para veículos pequenos a até 900 litros para caminhões. Esse cenário resulta em um consumo expressivo de água, o que ressalta a importância de adotar medidas que minimizem esse impacto ambiental.

Além disso, a composição dos efluentes gerados durante o processo de lavagem, comumente contendo óleos, graxas e surfactantes, ressalta a complexidade e a diversidade dos resíduos a serem tratados.

Nesse contexto, diferentes abordagens têm sido propostas, incluindo métodos de lavagem ecológica que utilizam solventes biodegradáveis, reduzindo significativamente o consumo de água. Ademais, tecnologias de lavagem automatizada, que empregam escovas cilíndricas e jateamento controlado de produtos químicos e água, demonstram eficiência na redução do consumo de recursos hídricos.

No âmbito do tratamento de efluentes, sistemas de separação de água e óleo surgem como uma solução viável e amplamente adotada. Pesquisas nacionais e internacionais têm destacado a eficácia desses sistemas na remoção de poluentes dos efluentes de lavagem de veículos, contribuindo para a conformidade com normas ambientais e redução do impacto sobre os recursos hídricos.

3.3 – Produtos químicos utilizados na lavagem de veículos

A compreensão detalhada dos produtos químicos utilizados na lavagem de veículos é fundamental para uma análise abrangente dos impactos ambientais e da eficácia dos processos de tratamento de efluentes. De acordo com o estudo de Leal Filho (2015), a lavagem convencional de veículos no Brasil faz uso frequente de produtos como Intercap, Solupan e Shampoo Automotivo.

O Intercap, reconhecido como um desincrustante ácido, desempenha um papel crucial nas etapas de limpeza básica durante o processo de lavagem. Uma análise das características físico-químicas desses produtos, conforme apresentado por Leal Filho (2015, p. 18) na Tabela 1, fornece uma base importante para a avaliação de sua composição e impacto ambiental. É essencial considerar não apenas a eficácia na remoção de sujeira, mas também os possíveis efeitos adversos ao meio ambiente.

Tabela 1 - Propriedades Físico-Químicas do Intercap; Solupan e Shampoo Automotivo

| Propriedades Físico-Químicas | Intercap | Solupan | Shampoo Automotivo |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Aspecto | Líquido | Líquido viscoso | Líquido viscoso |
| Odor | Característico | Característico | Característico |
| Cor | Característico | Característico | Característico |
| pH | 2,1 - 3,0 | 11,4 | 9 – 10,0 |
| Densidade | 0,9 - 1,0 g/cm ³ | 1,10 - 1,13 g/cm ³ | 0,8 – 1,0 g/cm ³ |
| Solubilidade | Completamente solúvel em água | Completamente solúvel em água | - |

Fonte: Leal Filho (2015 p. 19), adaptado pelo Autor

No que diz respeito à mobilidade no solo, Viana Parisotto (2021, p. 4) destaca preocupações específicas relacionadas ao Intercap. Embora sua concentração adequada deva evitar a contaminação de águas subterrâneas e solo, em certas circunstâncias, a presença desse desincrustante ácido pode resultar em efeitos tóxicos em organismos e lodos ativados, adicionando complexidade à avaliação ambiental.

Quanto ao Solupan, um desengraxante automotivo, Viana Parisotto (2021a, p. 1) oferece uma visão detalhada de sua composição, identificando diversos elementos químicos. Essa complexidade na composição adiciona uma camada significativa à avaliação dos impactos ambientais, considerando os possíveis riscos associados a essa mistura multifacetada.

Em relação ao Shampoo Automotivo, descrito como uma mistura complexa, sua análise requer considerações específicas sobre sua composição química e mobilidade no solo. Viana Parisotto (2021c, p. 4) destaca a importância de tomar medidas em conformidade com as exigências dos órgãos ambientais locais para evitar impactos negativos.

Em suma, a compreensão das propriedades físico-químicas desses produtos e seus potenciais impactos ambientais é crucial para uma abordagem responsável na lavagem de veículos, garantindo a preservação do meio ambiente.

3.4 – Efluentes da lavagem de veículos e sistemas de tratamento

Na gestão dos efluentes gerados pela lavagem de veículos, os sistemas de caixas separadoras de água/óleo (SAO) são amplamente empregados para lidar com resíduos oleosos. Apesar da sua eficácia, outros métodos têm sido explorados por pesquisadores, como mencionado por diversos autores. Destaca-se o estudo de Morelli (2005), que investigou a floculação, flotação e sedimentação como alternativas para o tratamento desses efluentes, visando sua reutilização. Constatou-se que além de possibilitar o reuso, tais métodos podem resultar em economias significativas de água, variando entre 70 a 80% no processo.

Etchepare (2012) avaliou a viabilidade do reuso e os sistemas de tratamento para esse tipo de efluente, utilizando a floculação-flotação em coluna seguida pela filtração com areia em laboratório. Embora os efluentes inicialmente não atendessem aos parâmetros exigidos, os resultados após a aplicação do sistema em bancada demonstraram sua eficácia.

Devido à necessidade de reduzir o consumo de água potável nos lavadores de veículos, Leão *et al.* (2010) propuseram o uso de filtros com fibra de vidro, que se mostraram uma opção viável, com baixo custo e bons resultados na clarificação dos efluentes. Essa abordagem possibilita a reutilização total dos efluentes no processo de lavagem, eliminando o descarte na rede pluvial.

Costa (2006) realizou um estudo abordando o tratamento de efluentes por meio de um reator biológico anaeróbio, alcançando reduções significativas na Demanda Química de Oxigênio (DQO), o que sugere uma eficácia promissora desse método.

Freire (2023) investigou a filtração dos efluentes de lavadores de veículos, utilizando diferentes tipos de filtros e alcançando resultados satisfatórios, viabilizando o uso desses efluentes em diversas aplicações.

Diante da ineficiência dos separadores de óleos e graxas (SAO) para certos contaminantes, Aluiz (2019) propôs o uso de processos físico-químicos, como o processo oxidativo avançado - Fenton, para atingir níveis aceitáveis de descarte dos resíduos.

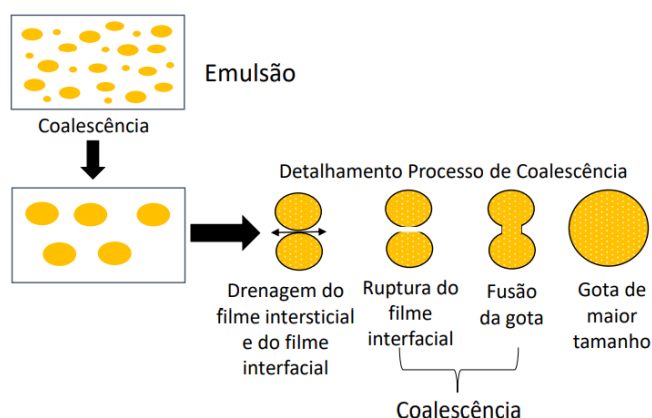
Os estudos conduzidos por Araújo *et al.* (2021) e Araújo (2020) destacam a importância da coagulação e sedimentação no tratamento de efluentes da lavagem de veículos. A combinação de agentes químicos, como o Policloreto de Alumínio (PAC) e polímeros, foi fundamental para garantir que os resíduos se adequassem às normas de descarte nos corpos hídricos ou para sua reutilização.

Essas abordagens refletem a busca por alternativas eficientes e sustentáveis para o tratamento de efluentes da lavagem de veículos, visando não apenas a conformidade com as regulamentações ambientais, mas também a preservação dos recursos naturais e a redução do impacto ambiental dessas atividades. A contínua pesquisa e desenvolvimento nessa área são essenciais para aprimorar os sistemas de tratamento e promover práticas mais responsáveis no setor automotivo.

3.5 – Utilização de leitos coalescentes no tratamento de efluentes oleosos

Os leitos coalescentes têm se mostrado uma solução eficaz para o tratamento de efluentes oleosos. Segundo Secron (2010), esses sistemas utilizam um meio coalescente oleofílico, especialmente desenvolvido para aglutinar as gotículas de óleo em suspensão, simplificando sua separação. Esse meio atrai e une as gotículas dispersas, formando gotas maiores que podem ser facilmente removidas do líquido, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Esquema representativo do fenômeno de coalescência



Fonte: Almeida (2019), adaptado pelo Autor

Existem diferentes arranjos para configurar os leitos coalescentes, incluindo formatos de placas e granulares. Motta *et al.* (2015) exploraram o uso de leitos granulares em experimentos estacionários com vazão laminar, alcançando resultados promissores com um leito de 5 cm de espessura em resina catiônica. Eles destacam a influência significativa da velocidade do fluido na eficácia da separação de óleos.

Os sistemas compostos por placas coalescentes ou corrugadas também têm se mostrado eficientes na separação de óleos na indústria petrolífera. Yayla *et al.* (2017) investigaram a

influência da geometria das placas, concluindo que a eficiência da separação é afetada pela velocidade de entrada da mistura e pela distância entre as placas.

Haidar *et al.* (2015) examinaram placas em arco dispostas em paralelo e inclinadas dentro de uma caixa para a separação de óleos em água salinizada, destacando a relação entre a geometria das placas e a eficiência da separação.

Chein *et al.* (2022) propuseram o sistema de separação multifásica série-paralelo (MMSS) para aprimorar a eficácia das placas coalescentes. Eles desenvolveram um separador horizontal conectado em série a um separador vertical, obtendo resultados superiores em termos de teor de água na saída de óleo e eficiência de separação quando comparado ao separador horizontal convencional. A simulação numérica também evidenciou a influência da coalescência na separação dos óleos.

Assim, os leitos coalescentes representam uma abordagem promissora para o tratamento de efluentes oleosos, oferecendo eficiência na remoção de óleos e outras impurezas. As pesquisas destacadas mostram a importância da geometria das placas, da velocidade do fluido e do desenvolvimento de sistemas mais avançados para melhorar a eficácia dos processos de separação. Essas inovações têm o potencial de contribuir significativamente para a gestão ambiental e para a redução do impacto dos efluentes na natureza.

3.6 – Legislações ambientais aplicadas à atividade de lavagem de veículos

Na esfera das lavagens de veículos no Brasil, as legislações e normativas adotadas refletem uma crescente necessidade de racionalização do uso da água, alinhada a uma preocupação global com a sustentabilidade, como destacado na Agenda 2030 da ONU. Esta agenda, adotada pelos Estados-Membros das Nações Unidas em setembro de 2015, estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas interligadas, visando à erradicação da pobreza, à proteção do planeta e à garantia de prosperidade para todos até 2030. Dentre esses objetivos estão a promoção de água limpa e saneamento, a preservação da vida na água, a conservação da vida terrestre e ações climáticas, entre outros.

No contexto nacional, o arcabouço legislativo relacionado à água abrange diversos aspectos, incluindo a gestão dos recursos hídricos, a preservação dos corpos d'água, o saneamento básico e a proteção ambiental. Algumas das principais leis brasileiras pertinentes à água são:

1. Lei Federal n 9.433/1997 - Lei das Águas: Esta lei estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Seu objetivo é promover o uso sustentável da água e a gestão integrada dos recursos hídricos.

2. Lei Federal nº 11.445/2007 - Lei do Saneamento Básico: Esta legislação define diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Busca-se garantir o acesso universal aos serviços de saneamento.

3. Lei Federal nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos: Esta lei estabelece princípios, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, visando à proteção da saúde pública e do meio ambiente. Inclui medidas relacionadas à água.

4. Lei Federal n 9.984/2000 (Aletrada pela Lei n 14.026/2020) - Agência Nacional de Águas (ANA): Esta legislação cria a ANA, autarquia responsável por implementar e coordenar a gestão dos recursos hídricos de domínio da União, promovendo a integração entre os diversos órgãos e entidades atuantes na área.

5. Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012): Este código estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, controle do desmatamento e conservação dos recursos naturais, incluindo áreas de preservação permanente (APPs) e reservas legais, que são cruciais para a proteção dos mananciais de água.

Além disso, a Resolução CONAMA nº 430/2011 complementa a legislação ambiental brasileira ao definir as condições e padrões de lançamento de efluentes, visando à proteção do meio ambiente e à saúde humana. Estabelece critérios e limites de lançamento de poluentes em corpos d'água e padrões de qualidade para diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, além de diretrizes para o monitoramento da qualidade da água e procedimentos para licenciamento ambiental de atividades impactantes sobre os recursos hídricos.

4. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em duas etapas. A etapa preliminar consistiu em avaliar a eficiência na separação água/óleo do sistema SAO de um lavador de veículos instalado na Fazenda Ouro Verde, no município de Pedra Preta – MT.

A segunda etapa consistiu na montagem e análise da eficiência de um sistema voltado para a separação de óleos e graxas em efluente coletado no lavador da mesma fazenda.

4.1 Etapa 1: Estudo Preliminar e análise da eficiência de separação de óleos e graxas do sistema SAO instalado na Fazenda Ouro Verde.

O estudo foi realizado no lavador de veículos localizado na Fazenda Ouro Verde, situado a 120 km de Rondonópolis, no sudeste de Mato Grosso, pertencente ao município de Pedra Preta, em funcionamento desde março de 2022, foi projetado para atender demandas de lavagens de veículos de pequeno a grande porte.

O lavador utiliza um sistema de jato de água pressurizado operado manualmente. A água utilizada, tanto para as lavagens quanto para outras atividades da fazenda, é proveniente de um poço artesiano com capacidade de 15 m³/h.

Para garantir a preservação ambiental, toda a estrutura do lavador foi construída com concreto impermeabilizado por um aditivo à base de polímero. Além disso, o sistema de Separadores de Água/Óleo (SAOs) foi implementado para evitar o contato dos efluentes com o solo. O piso do lavador possui 20 cm de espessura e sua área total construída é de 144 m².

O sistema de SAOs é composto por 06 caixas com 15 cm de espessura, em concreto armado onde cada uma têm capacidade volumétrica de 1,2 m³, totalizando 7,2 m³, Figura 2. Além disso, há um sumidouro com capacidade de 4,2 m³ para o tratamento adicional dos efluentes. O sentido de fluxo do sistema está ilustrado na Figura 3, fornecendo uma visão da disposição e funcionamento das estruturas.

Destacando ainda que cada caixa possui uma função no sistema, como descrita abaixo:

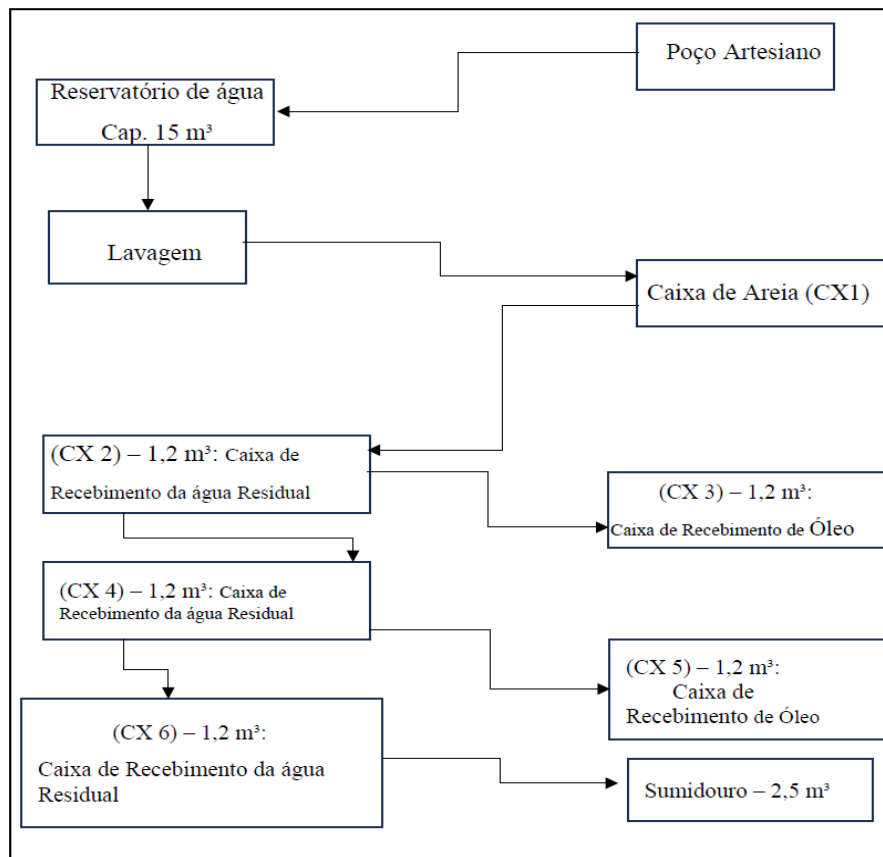
- CX 01: Caixa de Areia, utilizada na retenção de resíduos maiores;
- CX 02: Caixa de recebimento da água residual com óleo;
- CX 03: Caixa de recebimento do óleo proveniente da CX 02;
- CX 04: Caixa de recebimento de água residual proveniente da CX 02;
- CX 05: Caixa de recebimento do óleo proveniente da CX 02;
- CX 06: Caixa de recebimento de água residual proveniente da CX 04;
- Sumidouro: Recebe a água residual da CX 06

Figura 2: Separadores de Óleos e Água (SAO)



Fonte: Autor

Figura 3 - Esquema geral do sistema



Fonte: Autor

A fundamentação técnica para a elaboração dos separadores de água/óleo (SAO) baseia-se na NBR 14605-2:2010, que estabelece diretrizes para a construção e instalação desses

sistemas, visando permitir sua manutenção e garantir o atendimento aos parâmetros legais de lançamento de efluentes.

De acordo com a norma citada, o SAO deve ser dimensionado para tratar as áreas de contribuição do Sistema de Drenagem Oleosa (SDO), separando o óleo livre do efluente oleoso. Além disso, recomenda-se a utilização de uma caixa de areia no SAO, denominada Caixa 01, para promover a sedimentação de sólidos e reduzir a sobrecarga do sistema, minimizando a necessidade de limpezas frequentes.

O funcionamento do SAO é baseado no princípio da coalescência, no qual as partículas menores de fluidos multifásicos se aglutinam em porções maiores, além de levar em conta a velocidade de flutuação dos óleos. Ainda segundo a NBR14605-2:2010, o sistema opera por gravidade, aproveitando a diferença de densidade entre a água e o óleo para promover a separação, com o óleo sendo armazenado em caixas próprias de concreto impermeável até sua remoção por uma empresa certificada.

4.2 Coleta e Análise Preliminar

A coleta e análise preliminar dos efluentes ocorreram na última semana de outubro de 2023, durante o início do período chuvoso na região, após o término parcial do plantio de soja. Os SAOs estavam cheios devido à lavagem de veículos e implementos agrícolas, assim como à ocorrência de chuvas intensas nos dias anteriores.

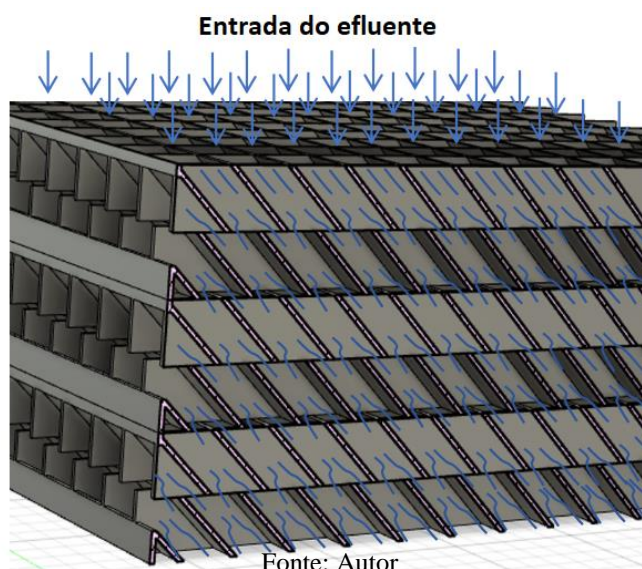
A quantidade de lavagens realizadas no local varia de acordo com a demanda da fazenda e não segue um cronograma pré-determinado, podendo haver períodos de pausa conforme necessário. As coletas foram realizadas conforme a metodologia recomendada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e as análises da concentração de óleos, conforme Seckler (2004), utilizando efluente proveniente das caixas 02 e 06.

4.3 Etapa 2: Desenvolvimento e teste de um sistema para separação água/óleo

Diante da necessidade de estabelecer uma metodologia clara para a coleta e análise do sistema já instalado na Fazenda, bem como o interesse em avaliar um sistema alternativo para acelerar o processo de separação do óleo na caixa 3 dos sistemas SAO, optou-se por montar dois sistemas em escala reduzida em laboratório. Esses sistemas foram referidos como "Sistema Controle" e "Sistema com Placas Coalescentes (PLC)".

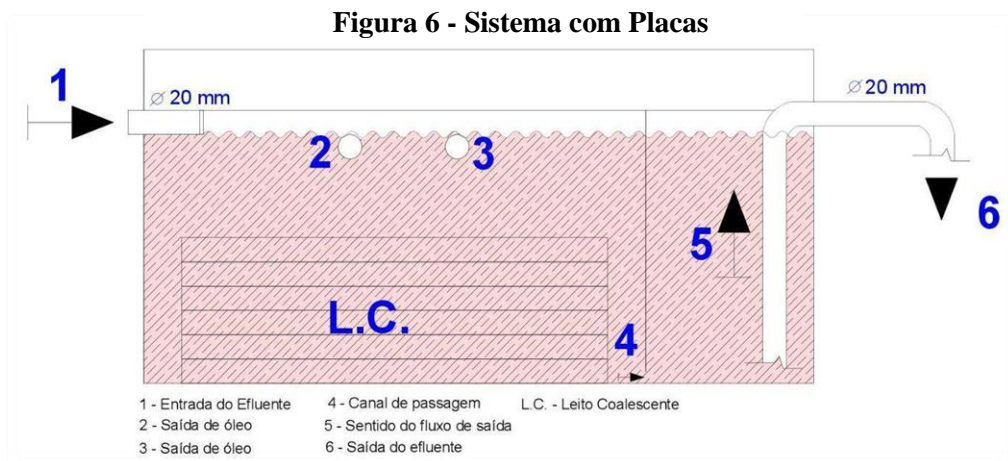
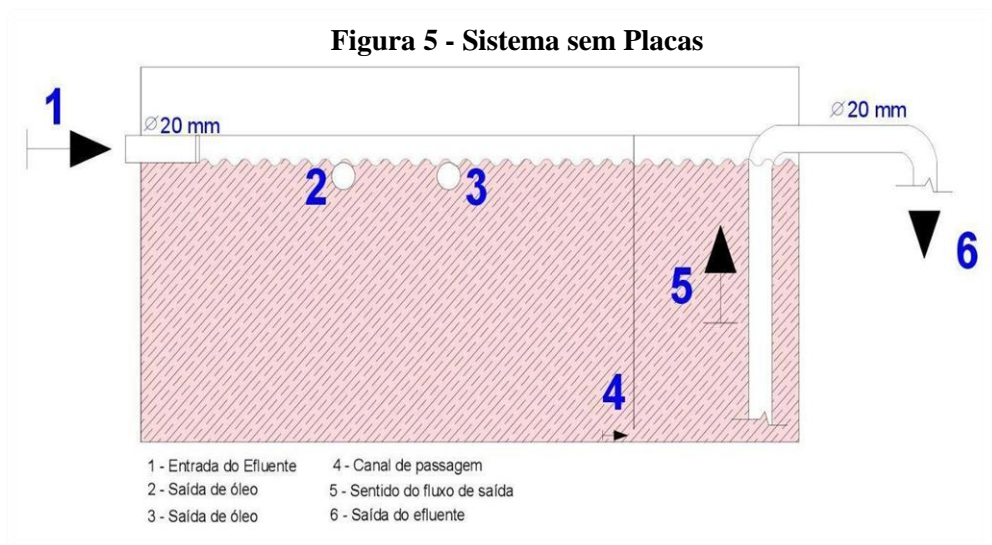
Para compor esses sistemas em laboratório, foram utilizadas duas Caixas – sendo uma para cada sistema - de polipropileno com capacidade de 36 litros cada, da marca Agraplast, com dimensões internas de (30,5x43x27,5) cm. Além disso, foram fabricadas seis placas em formato de grade, projetadas especificamente para favorecer a coalescência do óleo. Essas placas foram modeladas no software CAD Fusion 360 e impressas em plástico ABS, utilizando uma impressora 3D modelo coreH5 do fabricante GTMAX 3D. As vistas isométricas do leito (PLC) estão apresentadas na Figura 4 em corte do leito, com o escoamento descendente do efluente.

Figura 4 - Vista isométrica em corte com representação do escoamento descendente do efluente.



O esquema de cada sistema bem como o sentido de fluxo e a disposição das entradas e saídas do efluente, assim como a separação dos setores, foi uniformemente realizada em ambas as caixas. Para permitir a separação dos dois setores, o divisor foi projetado com uma abertura de aproximadamente 10 milímetros no fundo. A alimentação do efluente, em ambas as caixas, ocorreu de maneira descendente, no sistema com PLC, atravessando as 6 placas sobrepostas, cada uma com malha quadrada de 20 milímetros por 20 milímetros, conforme mostrado nas Figura 5 e Figura 6.

O sistema foi projetado para receber o efluente de forma laminar, com baixa vazão na entrada, o que permitiu a coleta apenas na saída do sistema. Após o enchimento dos sistemas, o líquido extravasava na saída, onde eram realizadas as coletas. A temperatura do líquido durante as coletas foi mantida à mesma do laboratório climatizado.



Fonte: Autor

Para realizar os ensaios, foi necessário coletar o efluente da caixa 2 do lavador, direcionando-o ao Laboratório de Simulação e Prototipagem da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). Nesse laboratório, amostras foram obtidas para caracterização física, incluindo a determinação da viscosidade cinemática, da massa específica e da concentração de óleos e graxas. Em seguida, foi conduzido um experimento para avaliar a eficiência dos sistemas de separação em repouso, empregando dois sistemas distintos e testando com 5 tempos de retenção.

Para a coleta, o efluente da caixa 02 foi homogeneizado, garantindo uma quantidade de 200 litros para análises repetidas. Visando compreender a influência do tempo na separação dos óleos e graxas, foram coletadas, em duplicata, amostras de cada sistema nos intervalos de 0, 4, 8, 12 e 24 horas após o enchimento das caixas.

A densidade do efluente foi avaliada utilizando um picnômetro de 25 ml a uma temperatura de 20°C. As amostras coletadas foram homogeneizadas previamente em ambas as repetições. A densidade do fluido foi medida em um viscosímetro n° 100 a 20°C, com 7 repetições para obter uma média confiável.

A quantificação dos agentes em estudo foi realizada por diferença gravimétrica, com extração de material solúvel em hexano por meio de um extrator de soxhlet, conforme Seckler (2004). Amostras de 600 ml de cada sistema foram homogeneizadas e submetidas aos processos de acidificação, filtração, extração e destilação. Para medição das massas, foi utilizada uma balança semi-analítica da marca Bel engineering (com 3 casas após a vírgula), linha LW INMETRO, devidamente calibrada. A estufa empregada para secagem era da marca LABOR, com circulação de ar. O hexano utilizado foi o P.A.-A.C.S. – SYNTH.

4.4 Análise estatística

Para efetuar a comparação dos sistemas de separação (Sistema Controle e Sistema com PCL) em relação à concentração de óleos e graxas em cada tempo, foi utilizado o teste de médias (teste de Tukey) a 5% de probabilidade de erro utilizando-se o software Sysvar, Ferreira (2018). Para avaliar o efeito do tempo sobre a concentração de óleos e graxas em amostras coletadas nos dois sistemas, os dados experimentais foram organizados em um gráfico do tipo dispersão e foi aplicado a análise de regressão com ajuste de modelos matemáticos para previsão ou extrapolação dos resultados. Para a elaboração do gráfico e ajuste de modelos de Regressão foi utilizado o software Sigmaplot 15.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Etapa 1: Estudo Preliminar e análise da eficiência de separação de óleos e graxas do sistema (SAO) instalado na Fazenda Ouro Verde

Após os ensaios de laboratório com os efluentes coletados em triplicata nas caixas 02 e 06 para análise preliminar, utilizando a metodologia de extração de material solúvel em hexano e diferença gravimétrica das amostras, conforme Seckler (2004), foi encontrada a média de concentração de óleos e graxas na Caixa 02 (com efluente sem a separação) de $273,47 \pm 76,49$

mg/L⁻¹. Após a separação, na Caixa 06, a concentração foi reduzida para $79,87 \pm 18,80$ mg/L⁻¹, valor acima do limite de tolerância da Resolução CONAMA nº 430 de 2011, estabelecido em 20 mg/L⁻¹ para descarte em leitos hídricos.

A concentração elevada de óleos e graxas acima dos limites especificados em locais com sistema SAO também foi observada por Stumpf (2016; p. 60), com valores variando entre 180 mg/L⁻¹ e 7.830 mg/L⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo *et al.* (2010), que identificaram concentrações entre 119 mg/L⁻¹ e 183 mg/L⁻¹ em quatro lavadores de veículos. Rosa *et al.* (2011) estudaram cinco empreendimentos de lavagem de veículos em Campina Grande, Paraíba, encontrando concentrações entre 22 mg/L⁻¹ e 328 mg/L⁻¹.

Em Toluca, no México, Fall *et al.* (2007) investigaram as concentrações de óleos e graxas em efluentes de lavadores de veículos, registrando valores de 324 mg/L⁻¹ em estabelecimentos com tratamento prévio por separadores SAO e 1.100 mg/L⁻¹ em locais sem qualquer tratamento. Esses resultados evidenciam a variação significativa nas concentrações observadas em diferentes contextos.

Diante da ineficiência ou falta de manutenção das SAOs instaladas na Fazenda, bem como da saturação do sistema pela ausência de coletas de óleos adequadas nas caixas 3 e 4, tornou-se evidente a ineficácia no tratamento dos óleos e graxas presentes nos efluentes. A dependência da rotina de lavagem dos veículos para coletas sistemáticas e a disponibilidade limitada de pessoal para acompanhar o processo contribuíram para essa situação desafiadora.

Diante dessas questões, propôs-se a realização das análises em laboratório utilizando o efluente do mesmo lavador como alternativa viável para obter resultados mais precisos e contornar as limitações operacionais identificadas no sistema SAO da Fazenda. Essa abordagem pode fornecer insights valiosos para melhorar a eficiência do tratamento de óleos e graxas nesse contexto específico.

5.2 - Etapa 2: Análise da eficiência de separação de óleos e graxas com uso de placas coalescentes

Dentre as análises realizadas no efluente do lavador de veículos coletado da Fazenda, estão a viscosidade e densidade, cujos resultados médios constam na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios das análises da densidade e viscosidade

| | Viscosidade Cinemática (m ² /s) | Massa Específica (Kg/m ³) | Viscosidade absoluta (mPa*s) |
|----------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|
| Média | 1,02E-07 | 1119,55 | 0,114 |
| Desvio Padrão | 1,67E-09 | 10,97 | |

Fonte: Autor

Os resultados encontrados para concentração de óleos e graxas estão na Tabela 3.

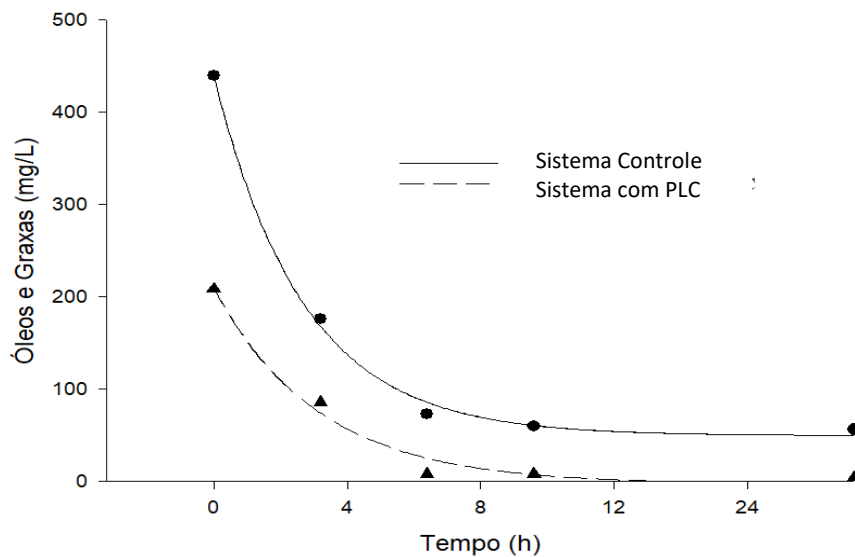
Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão da concentração de óleos e graxas em mg/L⁻¹ presentes no efluente ao longo do tempo de separação.

| | Tempo (horas) | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|
| | 0 | 4 | 8 | 12 | 24 |
| Sistema Controle | 439,20a ± 164,61 | 175,39a ± 72,12 | 73,20a ± 2,26 | 60,20a ± 8,77 | 56,40a ± 71,84 |
| Sistema com PLC | 208,40a ± 260,22 | 85,60a ± 10,18 | 8,20b ± 11,03 | 8,00b ± 8,49 | 4,40a ± 2,83 |

Médias com letras diferentes nas colunas diferem da média do tratamento do Sistema Controle (sem PLC), pelo teste Tukey em 5% de probabilidade.

A análise estatística do estudo é dada no gráfico da Figura 7 e Tabela 4.

Figura 7 - Sistema Controle e Sistema com PLC



Fonte: Autor

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas para concentração de Óleos e Graxas (\hat{y}) em função do tempo de coleta (x), com coeficiente de determinação (r^2) e significância das regressões (p)

| Concentração de O/G (mg/L) | | | |
|----------------------------|--|-----------|--------|
| | Equação ajustada | r^2 (%) | p |
| Sistema Controle | $\hat{y} = 434,8553 \cdot \exp(-0,2101 \cdot x)$ | 95,31 | 0,0020 |
| Sistema com PLC | $\hat{y} = 49,7482 + 390,5757 \cdot \exp(-0,2988 \cdot x)$ | 99,53 | 0,0016 |

Fonte: Autor

A correlação de classificação de Spearman (Spearman Rank Correlation) é uma medida estatística não paramétrica que avalia a força e a direção de uma relação monotônica entre duas variáveis. Neste estudo, a correlação de Spearman foi calculada e resultou em um valor P (valor de significância) de 0,0500.

Os resultados indicam uma correlação significativa entre as variáveis analisadas usando a correlação de Spearman. Além disso, a equação exponencial proposta parece ser um modelo estatisticamente robusto para explicar a relação entre os dois parâmetros, com um alto (r^2) indicando uma boa capacidade de ajuste do modelo aos dados observados.

No tempo 0 h, a diferença na concentração aconteceu devido a influência das Placas Coalescentes, retendo materiais dispersos na mistura, juntamente com óleos, o que não ocorreu no Sistema Controle (sem obstáculos).

A diferença na coloração das amostras coletadas no tempo 0 h (zero hora) demonstram a influência das placas do sistema com PLC agindo de certa forma como um filtro dos elementos orgânicos presentes no efluente já no início do processo. Essa diferença se torna mais prevalente em relação ao tempo de repouso do sistema.

Em se tratando da utilização de leito coalescente, Sedat *et al.* (2017), observaram que esse sistema acelera a separação da água e óleo e ainda indicaram que a geometria dos furos das placas influenciam nos resultados, fizeram também uma comparação com a eficiência da separação e o n° de Reynolds e testificaram que esta relação é inversamente proporcional, com melhor desempenho no sistema com os furos de diâmetro de 15 mm e distanciamento entre as placas em 12 mm.

Em relação às aplicações e custos das novas tecnologias de tratamento de efluentes, Dishit *et al.* (2021), abordaram em uma revisão bibliográfica, que houveram avanços, mas essas novas tecnologias e/ou sistemas ainda esbarram nas dificuldades de países mais pobres em

poder aplicá-las e/ou mantê-las, o que se torna uma barreira importante no aspecto ambiental que este tipo de tecnologia aborda.

Ainda sobre novas tecnologias, Abuhasel *et al.* (2021), revisaram a literatura e fizeram um levantamento das tecnologias usadas com as mais novas. Fizeram um comparativo entre os sistemas utilizados na separação de água e óleo e desta maneira elencaram uma série de fatores importantes. Com relação a separação por gravidade, fazendo-se uso da diferença de densidade, colocaram como sendo o sistema mais simples de separação, mas dependente de uma planta com necessidade de manutenção importante e que é ineficaz com óleo emulsionado. Ainda trouxeram à luz da discussão a flotação por ar dissolvido (DAF), que por sua vez é eficaz com emulsões de óleos, por causa do ar ser injetado no fundo do recipiente e conseguir aderir às partículas de óleos dispersos, levando as mesmas para a superfície.

Na floculação, processo químico bastante popular e as tecnologias eletroquímicas, também foram discutidas por Abuhasel *et al.* (2021) que apontaram que os produtos químicos biodegradáveis utilizados comumente, não tem uma eficácia muito grande e necessitam ser utilizados em maiores quantidades e que agentes químicos floculantes poliméricos orgânicos, como a poliacrilamida, têm bom desempenho em quantidades menores, mas trazem problemas, pois não são biodegradáveis e estudos recentes mostraram que apresenta riscos à saúde e ao meio ambiente.

Trouxeram que o sistema de separação mecânico por leitos coalescedores têm bons resultados em petrolíferas offshore, por não ocupar grandes espaços e também por se tratar de óleos com tamanho de gotas inferior a 10 µm.

No estudo conduzido por Yunpeng *et al.* (2023), foi investigada a eficácia de uma membrana nanofibrosa de poliacrilonitrila (PAN) em um sistema de leito coalescente para a remoção de partículas de óleo com diâmetro inferior a 10 µm. Os resultados obtidos demonstraram uma notável taxa de separação de óleo emulsionado, alcançando uma marca de 99,9% de eficiência.

De Farias Silva *et al.* (2019) realizaram uma comparação entre diversos sistemas de coalescência mencionados na literatura científica, visando elucidar os diferentes processos envolvidos no tratamento de efluentes. Em um estudo subsequente conduzido por De Holanda (2020), foi avaliado o desempenho de um leito coalescente composto por fibras de coco na separação de óleo e água em amostras de emulsão sintéticas. Os resultados indicaram uma eficiência variando entre 40,4% e 74%, utilizando chicanas ao longo do leito com fluxo horizontal em estado estacionário.

A eficácia dos Separadores de água e óleos (SAO), também foi averiguada por Secron (2010, p. 59), encontrando uma concentração de óleos e graxas de 341 mg/L^{-1} , além de mostrar a deficiência do sistema na melhora do efluente final, pois não separa os agentes contaminantes tido como coadjuvantes, como produtos de limpeza, combustíveis, solventes e materiais orgânicos, assim sendo um potencial poluidor.

Ainda sobre novas tecnologias, Abuhasel *et al.* (2021), fizeram um levantamento das tecnologias usadas com as mais novas. Fizeram um comparativo entre os sistemas utilizados na separação de água e óleo e desta maneira elencaram uma série de fatores importantes, encontrando uma redução de 1.200 mg/L^{-1} para 25 mg/L^{-1} com leito coalescedor.

Diversos autores como Sokolović *et al.* (2009), Dai *et al.* (2023), Tian *et al.* (2022), Han *et al.* (2017) têm explorado o uso de placas coalescentes para o tratamento de efluentes contendo água e óleo. As configurações variam, envolvendo diferentes materiais e sistemas de filtragem. Entretanto, é importante considerar o impacto financeiro significativo quando se implementam sistemas que requerem um grande número de equipamentos ou produtos na separação, o que pode muitas vezes inviabilizar a eficiência do sistema. Este é um fator crucial a ser considerado em sistemas com tal finalidade.

Ao estudar o sistema (SAO) em efluentes de um laticínio, Batista (2016), utilizou-se da comparação entre um sistema simples de caixa de gordura e outro com leito coalescente, ainda acrescentou material orgânico filtrante ao leito, como bagaço de cana-de-açúcar, sabugo de milho e serragem de eucalipto. Seus resultados apontaram uma redução de 60% de óleos nas caixas com os elementos filtrantes, já a utilização somente das placas coalescentes teve resultado de 5% de diminuição dos óleos das amostras.

De acordo com Sokolović *et al.* (2009) e Dai *et al.* (2023), investigações recentes destacam que a incorporação de placas coalescentes em sistemas de tratamento de água e efluentes resulta em uma notável diminuição nas concentrações de óleos e graxas, assegurando a conformidade com as normativas ambientais.

A coalescência, um fenômeno físico que promove a aglomeração de partículas de óleo dispersas no meio líquido, é facilitada pelas placas coalescentes. Conforme discutido por Han *et al.* (2017), essas placas oferecem uma superfície propícia para a união das gotículas de óleo, simplificando sua remoção e contribuindo para a eficiência global do sistema de tratamento.

Pesquisas conduzidas por Dai *et al.* (2023) indicam que a aplicação de placas coalescentes não apenas aprimora a eficácia da separação, mas também resulta em uma

significativa redução nos custos operacionais, reduzindo a necessidade de manutenção frequente e o consumo de produtos químicos.

Em resumo, a implementação de placas coalescentes se torna uma prática essencial para empresas e indústrias comprometidas com a sustentabilidade ambiental, proporcionando benefícios substanciais na redução de óleos e graxas em efluentes industriais.

A densidade de 1119,55 Kg/m³ se explica devido a presença dos materiais orgânicos presentes na mistura e a viscosidade absoluta de 0,0001142 Pa*s (0,114 mPa*s) se dá pela presença dos surfactantes e demais compostos químicos na emulsão.

A viscosidade do fluido revelou-se inferior à da água, fenômeno atribuído à presença de surfactantes empregados na formulação para remoção de contaminantes durante a lavagem de veículos. Essa redução na viscosidade é resultante das propriedades físico-químicas dos surfactantes, os quais atuam na diminuição da tensão superficial da água no PIT (Phase Inversion 156° Temperature), conforme delineado por Moreira (2010).

Esta autora explana a relação entre a redução da viscosidade e a baixa tensão no decorrer de sua investigação na análise de emulsões contendo petróleo bruto e água.

Tian *et al.* (2022) observaram, em seus resultados, que a ausência de surfactantes no petróleo bruto não induz à coalescência nas emulsões com água. Entretanto, ao introduzirem surfactantes na emulsão, verificaram uma coalescência facilitada dos óleos, evidenciando assim a marcante influência desses agentes nas propriedades de densidade e viscosidade da mistura em estudo.

No estudo de coalescência realizado por Sokolović *et al.* (2009), destaca-se a eficácia dos surfactantes na presença da emulsão, resultando em uma maior eficiência na separação de fases, com notável impacto sobre os componentes não solúveis no processo.

Adicionalmente, Dai *et al.* (2023) obtiveram resultados promissores na separação de petróleo bruto da água utilizando o mecanismo de coalescência por fibras combinadas. Seu estudo também identificou uma significativa redução de material orgânico na emulsão, indicando que o processo de coalescência por fibras influencia de maneira significativa a retenção deste material na emulsão investigada.

Observou-se um aumento na densidade do efluente em comparação com a densidade da água, atribuído, em grande medida, à presença ou retenção de materiais orgânicos na mistura. A presença de materiais orgânicos como vegetais, solo e outros materiais no efluente resultou na retenção de uma quantidade significativa de lodo nas duas caixas, tanto no Sistema Controle quanto na caixa com as placas, devido ao processo estático mantido ao longo de todo o período.

A existência do lodo no fundo das caixas é algo comumente apontado em vários estudos e é também fonte de discussão de viabilidade das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), neste contexto Moretto *et al.* (2011), utilizaram-se de sistema de centrifugação para uma separação entre os lodos sólidos e líquidos e obtiveram resultados satisfatórios, embora suas amostras não viessem do mesmo lote.

6. CONCLUSÃO

As análises do protótipo revelaram que a inclusão de placas coalescentes teve um impacto significativo positivo nos resultados. No entanto, a separação de óleos e graxas do efluente de lavador de veículo utilizando apenas o sistema SAO durante um período de 24 horas obteve resultados importantes, mas ainda não alcançou os níveis desejados.

O sistema com as placas mostrou-se eficiente na separação de óleos e graxas da mistura em um período menor, com apenas 8 (oito) horas de residência, alcançando um valor aceitável para descarte em leitos hídricos ou solo, conforme a Resolução CONAMA n 430/2011. Um efeito aparente nas amostras foi a clarificação ao longo do tempo, acompanhada de uma redução nos odores desagradáveis.

Recomenda-se, porém, a utilização de um gradil para retenção de partículas maiores e materiais orgânicos antes do efluente passar pelas placas, visando otimizar o processo de coalescência e potencialmente melhorar a eficiência na separação de óleos e graxas. Além disso, sugere-se que a alimentação das caixas separadoras seja realizada de maneira laminar para evitar a reintegração violenta dos efluentes em repouso, prevenindo a mistura indesejada de óleos com os efluentes já tratados.

Quanto à manutenção das caixas, recomenda-se lavar minuciosamente as placas coalescentes para evitar a reintrodução de particulados de óleos e graxas na estrutura, influenciando positivamente nos resultados das análises. Isso indica a necessidade de otimização do sistema, como aumento do tempo de repouso do efluente no sistema (decantação), inclusão de tecnologia de pré-limpeza (filtro de areia) ou inclusão de mais uma caixa separadora, entre outras opções.

Sugere-se um pré-tratamento antecedendo o leito coalescente para lidar com a estrutura rugosa das placas e reter parte de outros materiais do composto. A manutenção periódica do sistema com as placas também é necessária, incluindo a lavagem das placas e a coleta dos óleos separados por empresa autorizada.

A possibilidade de reuso do efluente no próprio sistema de lavagem pode gerar economia de água e produtos utilizados, mas requer estudos específicos. A utilização da tecnologia de placas em ABS mostrou-se promissora tanto em termos ambientais quanto econômicos no tratamento de efluentes de lavadores de veículos.

REFERÊNCIAS

ABUHASEL, K.; KCHAOU, M.; ALQURAIISH, M.; MUNUSAMY, Y.; JENG, YT. Tratamento de Águas Residuais Oleosas: Visão Geral de Métodos Convencionais e Modernos, Desafios e Oportunidades Futuras. *Água*. 2021, 13, 980. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w13070980>. Acesso em: 26 jan. 2024.

ADIN, A. Escalando a Árvore de Filtração de Efluentes: Modelagem, Mecanismos e Aplicações — Uma Monografia. *Energias* 2022, 15, 6401. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/17/6401>. Acesso em: 14 de jun. 2023.

ALMEIDA, F. B. P. da S. Remoção de hidrocarbonetos da água produzida de petróleo por meio dos processos de coalescência e adsorção. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/36148/1/Documento%20Defesa_Fl%20via%20Bartira_BANCA_Revis%20BANCA%20P%20S%20DEFESA_FINAL.pdf. Acesso em: 20 de fev. 2024.

ALMEIDA, G. S. Pré-Tratamento do efluente urbano de um lava jato pela técnica da eletrocoagulação com o uso de diferentes eletrólitos de suporte. Orientadora: Dr.^a Amanda Finger. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2022. Disponível em: <http://bdm.ufmt.br/handle/1/2720>. Acesso em: 10 de out. 2023.

ALUIZ, V. Tratamento da água residuária da lavagem de veículos por coluna de sedimentação combinado com processo oxidativo avançado. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2937>. Acesso em 10 de out. 2023.

Análise de Óleos e Graxas (Material solúvel em n-hexano). Sidney Seckler Ferreira Filho. Youtube. 9 de ago. de 2019. 39min.24s. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=h_IgGMG8vxc&t=8s. Acesso em: 24 ago. 2023

ARAÚJO, G. H.; SILVA, L. M. A.; ROSA, L. G.; SOUSA, J. T.; LIMA, V. L. A. (2010). Avaliação da concentração de óleos e graxas em efluentes de postos de lavagem de veículos na cidade de Campina Grande-PB. Em 62^a Reunião Anual da SBPC. Disponível em:

<http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/resumos/resumos/4010.htm>. Acesso em: 11 de mar. 2024.

ARAÚJO, E. A. B DE. Aspectos ambientais de um lavador de veículos pesados e tratamento de água residuária com coagulantes visando reuso. Ponta Grossa, 2020. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental). Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020

ARAÚJO, E. A. B. de; DÖLL, M. M. R.; TYMOCZUK, C. B. Tratamento com coagulantes da água residuária de um lavador de veículos pesados com coagulantes visando reuso / Waste water treatment with coagulants of a heavy vehicle washer with coagulants for reuse. *Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 7, n. 5, p. 51105–51131, 2021. DOI: 10.34117/bjdv.v7i5.30148. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/30148>. Acesso em: 12 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11799: Material Filtrante – Areia, Antracito e pedregulho. Rio de Janeiro, p.3-4. 1990. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/grd.aspx>. Acesso em: 19 jun. 2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-13969-97-TS-Unid-trat-complem-e-disposição-final.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14605-2: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Sistema de drenagem oleosa Parte 2: Projeto, metodologia de dimensionamento de vazão, instalação, operação e manutenção para posto revendedor veicular. Rio de Janeiro, p.6. 2020. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=UEJkRW1iOTlwUnB0Ni9yMFI5eWxwQ3RWeklnK1BNVzgvcXpyNFhkNUNtcz0=>. Acesso em: 15 jun. 2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e documentação — Referências — Elaboração. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/40070/1837975/ABNT+NBR+6023+2018+%281%29.pdf/3021f721-5be8-4e6d-951b-fa354dc490ed>. Acesso em: 08 out. 2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, p.6-7. 1987. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=VlgrRWQyL3NtVXExYjdFbzZSdGJ5aWxIOUFXRFPoZkJ3Q0IIWIFJQWN6OD0=>. Acesso em: 15 jun. 2023

AVELAR, P. S.; JUNIOR, L. C. S. da S.; LIMA, M. A. de M.; SANTOS, A. S. P.; ALENCAR, K. de M. C.; GONÇALVES, R. F.; VIEIRA, J. M. P. Proposição de uma Metodologia Estruturada de Avaliação do Potencial Regional de Reúso De Água: 02 – Planejamento Técnico e Estratégico. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais - GESTA, 09, n. N.2, 15 set. 2021., p. 36-54 Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43710>. Acesso em: 06 out. 2022.

BADOTTI, V. L. Aproveitamento da água da chuva para lavagem de veículos em um lava car: Estudo de caso para o município de Pato Branco - PR. 2020. 106 p. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológico Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2020. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27511/1/PB_COECI_2020_1_18.pdf. Acesso em: 18 fev. 2024

BATISTA, A. P. Avaliação do uso de placas de coalescência e filtros orgânicos em caixas de gordura para tratamento preliminar de efluente de laticínios. 2016. 95 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, [S. l.], 2016. Disponível em: (http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/34226/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20uso%20de%20placas%20de%20coalesc%C3%Aancia%20e%20filtros%20org%C3%A2nicos%20em%20caixas%20de%20gordura%20para%20tratamento%20pre.pdf). Acesso em: 26 jan. 2024.

BOLUARTE, I.A.R; ANDERSEN, M.; PRAMANIK, B.K.; CHANG, C.Y.; BAGSHAW, S.; FARAGO, L.; JEGATHEESAN, V.; SHU, L. Reuse of car wash wastewater by chemical coagulation and membrane bioreactor treatment processes, v 113, 44-48. International Biodeterioration & Biodegradation. 2016. ISSN 0964-8305. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830516300178>. Acesso em: 07 out. 2023.

BORBA, J.. LESTE, A. N.; XAVIER, E. G.; SILVA, F. B.; MELO, A. M. Tratamentos de efluentes Industriais através de Utilização de Plantas na despoluição da Água, associado à Decantação e Filtração Lenta. Científic@ -Multidisciplinary Journal, Goianésia, 2018., p. 132-137 Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/2568/2260> Acesso em: 01 jun. 2023.

BRANDÃO, V. dos S.; MATOS, A. T.; Martinez, M. A.; FONTES, M. P. P. Tratamento de Águas Residuárias da Suinocultura utilizando-se Filtros Orgânicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Dezembro 2000., p. 327-333 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ZqvSvBFVw5cmXYkG5T5thNn/?lang=pt>. Acesso em: 01 jun. 2023.

BRASIL. Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro

de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília DF. Presidência da República. Disponível em: http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2011.445-2007?OpenDocument. Acesso em 11 de out. 2023

BRASIL. Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília DF. Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em 11 de out. 2023

BRASIL. Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal. Brasília DF. Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em 11 de out. 2023

CAMPOS, FIGUEIREDO, H. J.; MENEZES, MENEZES, A. R. S.; PEREIRA, PEREIRA, J. F.; ARAÚJO, ARAÚJO, P. B. D.; SANTOS, SANTOS, L. L. Análise dos impactos ambientais na lavagem de automóveis no município de Campina Grande – PB. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE, 1., 2019, Campina Grande/PB. Anais do 1º Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade. Editora Realize, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD4_SA45_ID230_22102019123300.pdf. Acesso em: 18 fev. 2024.

CAO, X.; LI, Y.; JIANG, X.; ZHOU, P.; ZHANG, J.; ZHENG, Z. Treatment of artificial secondary effluent for effective nitrogen removal using a combination of corncob carbon source and bamboo charcoal filter. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 115, 164-170. Science Direct. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830516302980?via%3Dihub#abs0015>. Acesso em: 01 jun.2023.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, 2011. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>. Acesso em: 11 de out. 2023

CHEN, X.; ZHENG, J.; JIANG, J.; PENG, H.; LUO, Y.; ZHANG, L. Simulação Numérica e Estudo Experimental de um Sistema de Separação Multifásica de Vários Estágios. (2022). *Revista Separações*, 9, 405. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/separations9120405>. Acesso em 18 fev. 2024.

COELHO, A. F; SILVA, A. B. Reuso de água em empreendimentos de lavagem de veículos. *Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade* 4. P 114-125, 2019. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/reuso-de-agua-em-empresendimentos-de-lavagem-de-veiculos>. Acesso em 13 de out. 2023

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 273, de 29 de novembro de 2000. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Diário Oficial da União; Brasília DF; 2001. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>. Acesso em: 21 jun. 2023

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA: 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União; Brasília DF; 2011. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 21 jun. 2023

COSTA, M. J.C. Tratamento biológico de efluentes de lava-jato. 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4522?locale=pt_BR. Acesso em: 13 de out. 2023

DAMAYANTI, A.; UJANG, Z.; SALIM, M.R. The influenced of PAC, zeolite, and Moringa oleifera as biofouling reducer (BFR) on hybrid membrane bioreactor of palm oil mill effluent (POME), Bioresource Technology, Volume 102, Issue 6, 2011, Pages 4341-4346, ISSN 0960-8524. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852410020249>. Acesso em: 15 jun. 2023.

DE FARIAS SILVA, C.; ALMEIDA, F.; ESQUERRE, K.; SOLETTI, J. (2019). Coalescence process to treat produced water: an updated overview and environmental outlook. Environmental Science and Pollution Research. Disponível em: (<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-019-06016-x>). Acesso em: 26 jan. 2024.

DE HOLANDA, N. J. S. Uso de leitos coalescentes no tratamento de água produzida da indústria de petróleo. 2020. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alagoas, [S. l.], 2020. Disponível em: (<https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2021/02/Uso-de-leitos-coalescentes-no-tratamento-de-agua-produzida-da-industria-de-petroleo.pdf>). Acesso em: 26 jan. 2024.

DE SOUSA, C. D. O.; LEMOS, S. S. de; JUNIOR, A. P. Uso Do Geoprocessamento Como Auxílio Para Identificação De Impactos Ambientais Causados Por Lava A Jato. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 91–109, 2018. DOI: 10.9771/gesta. v6i2.25893. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/25893>. Acesso em: 10 out. 2023.

DISHIT P. G., CHANDRODAI A. PARAG R. G. Improvements in effluent treatment technologies in Common Effluent Treatment Plants (CETPs): Review and recent advances. Process Safety and Environmental Protection, Volume 147, 2021, Pages 1018-1051, ISSN 0957-5820. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582021000306>. Acesso em: 26 jan. 2024.

ENCARNAÇÃO, P. C.; FRIEDE, R.; MIRANDA, M. G. D. Problemas Ambientais e o Rio Muriaé. Educação Ambiental em Ação, 2019. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3713>. Acesso em: 06 out. 2022.

ETCHEPARE, R. G. Integração de processos de tratamento de efluentes de lavagem de veículos para reciclagem de água. 2012. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/60673>. Acesso em 13 de out. 2023

FALL, C.; MOLEON, M. C. J.; BÂ, M. K.; DELGADO, C. D.; MULIDO, D. G.; CHAVEZ, M. C. Carwash wastewater: characteristic, volume, and treatability by gravity oil separation. Revista Mexicana de Ingeniería Química, v. 6, n. 002, p. 175-184, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237037787_Carwash_wastewaters_Characteristics_volumes_and_treatability_by_gravity_oil_separation. Acesso em: 11 de mar. 2024

FAVRETTO, C. R. Captação da água da chuva para utilização na lavagem de veículos: Estudo de caso para o município de Pelotas - RS. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pelotas, 2016. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2016/10/TCC-CARLIANA-FAVRETTO.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

FERREIRA, I. F. M. et al. Tratamento físico-químico de águas residuárias visando ao reúso em lavagem de veículos: O caso de um lava-jato em Itabira-MG. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 9 f. Junho, 2018. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/30148>. Acesso em: 13 de out. 2023

FERREIRA, D. F. (2018). Sysvar: versão 5.8. Disponível em: <https://des.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>. Acesso em 10 jan. 2024.

FITTS, C. Águas Subterrâneas. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595154421/epubcfi/6/2\[%3Bvnd.vst.idref%3Dbody001\]!/4/2\[cover-image\]/2%4051:1](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595154421/epubcfi/6/2[%3Bvnd.vst.idref%3Dbody001]!/4/2[cover-image]/2%4051:1). Acesso em: 15 jun. 2023

FREIRE, A. P. Comparação de Sistemas de Tratamento de Águas Residuárias em Lava-Jato, visando ao Reúso. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3607/1/dissertação_Antônio%20Pires.pdf. Acesso em: 11 de out. 2023.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. Brasília: Ministério da Saúde, 1994. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFull

PageURL=%2F&_101_assetEntryId=232228&_101_type=content&_101_urlTitle=manual-de-saneamen-1&inheritRedirect=true. Acesso em: 15 jun. 2023

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Atlas Ltda, 2021. Disponível em: <
[https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771653/epubcfi/6/2](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771653/epubcfi/6/2[%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml1]!/4/2/2%4051:2)
[%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml1]!/4/2/2%4051:2. Acesso em: 15 jun. 2023

GONZAGA NETO, L. C.; SENNA, L. B.; SANTOS, P. D. D.; NASCIMENTO, F. R. A. do. Análise dos impactos ambientais na lavagem de automóveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza/CE. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_216_275_26910.pdf. Acesso em: 18 fev. 2024.

GOUVEIA, R. L.; SELVA, V. S. F.; CABRAL, J. J. P. da S. Educação Ambiental para a Revitalização de Rios em Áreas Urbanas. Educação Ambiental em Ação, 2019. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3741>. Acesso em: 06 out. 2022.

Haidar S. A.; Nasser, M.S.; Al-Marri, M.J.; Khraisheh, M.; Onaizi, S. A. Demulsification of stable emulsions from produced water using a phase separator with inclined parallel arc coalescing plates, Journal of Petroleum Science and Engineering, Volume 135, 2015, P. 16-21, ISSN 0920-4105. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2015.08.005>. Acesso em 18 de fev. 2024.

HU, C-Y.; Kuan, W-H.; Ke, L-W.; Wu, J-M. A study of car wash wastewater treatment by cycle flow filtration. Revistas Mdpi - Water, Taiwan, 05 Maio 2022., p. 14. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/9/1476>. Acesso em: 15 jun. 2023

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Frotas de veículos. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 17 fev. 2024.

IBRAHIN, F. I. Dias; IBRAHIN, F. J.; CANTUÁRIA, E. R. Análise Ambiental - Gerenciamento de Resíduos e Tratamento de Efluentes. [São Paulo, SP]: Editora Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788536521497. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536521497/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; Ministério das Cidades. Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil. Ministério das Cidades. Brasília - DF. 2017. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/interaguas/reuso/produto6_plano_de_acoes_e_politica_de_reuso.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

INC., Metcalf And E. Tratamento de efluentes e recuperação de recursos. [Porto Alegre, RS]: Grupo A, 2016. E-book. ISBN 9788580555240. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580555240/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

LEÃO, E. A. de S.; MATTA, M. A. da S.; CAVALCANTE, I. N.; MARTINS, J. A. C.; DINIZ, C. G.; DE VASCONCELOS, Y. B.; CARMONA, K. M.; VANZIN, M. M. O reuso da Água: Um estudo de caso na lavagem de veículos em lava-jato de Belém/Pa. Águas Subterrâneas, [S. l.], 2010. Disponível em: (<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22987>). Acesso em: 10 out. 2023.

LEÃO, M. M. L., TEIXEIRA, A. S., MAFRA, A. P. R., & FERREIRA, L. L. G. (2010). Caracterização de efluentes de postos de gasolina e lavagem de veículos no município de Viçosa (MG). Revista Ambiente & Água, 5(2), 191-203. Disponível em: <https://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/532>. Acesso em: 11 de mar. 2024.

LEMES, J. L. V. B.; SCHIRMER, W. N.; CALDEIRA, M. V. W.; KAICK, T. V.; ABEL, O.; ROMANIW, R. R. Tratamento de Esgoto por Meio de Zona de Raízes em Comunidade Rural. Revista Acadêmica Ciência Animal, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 169–179, 2008. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/10460>. Acesso em: 1 jun. 2023.

LEMO, E. C.L.; SANDES, S.R. Análise Ambiental de Tratamento dos Resíduos Oleosos de uma Oficina Mecânica no Município de Nova Venécia-Es. Educação Ambiental em Ação, 2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3517>. Acesso em: 06 out. 2022.

LOVGREN, S. Rios e lagos são os ecossistemas mais degradados do planeta. Será possível salvá-los? National Geographic, 30 mar. 2021. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2021/03/rios-e-lagos-sao-os-ecossistemas-mais-degradados-do-planeta-como-salva-los>. Acesso em: 06 out. 2022.

MATIAS-PEREIRA, J. Manual de Metodologia da Pesquisa Científica. [São Paulo, SP]: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597008821. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597008821/>. Acesso em: 18 maio 2023.

MATO GROSSO. Lei Complementar N° 38, de 21 de novembro de 1995. Dispõe sobre o Código Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências. Cuiabá: Governo de Mato Grosso, 1995. Disponível em: <http://app1.sefaz.mt.gov.br/sistema/legislacao/LeiComplEstadual.nsf/9733a1d3f5bb1ab384256710004d4754/589a53ac84391cc4042567c100689c20?OpenDocument>. Acesso em: 11 de out. 2023

MATO GROSSO. Lei Complementar N° 582, de 13 de janeiro de 2017. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Cuiabá: Governo de Mato Grosso, 2017. Disponível em:

<https://www.iomat.mt.gov.br/portal/visualizacoes/html/14723/#e:14723/#m:887744>. Acesso em: 11 de out. 2023

MOAZZEM, S. WILLS, J.; FAN, L.; RODDICK, F.; JEGATHEESAN, V. Performance of ceramic ultrafiltration and reverse osmosis membranes in treating car wash wastewater for reuse. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 25, n. 9, p. 8654–8668, 10 mar. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29322389/>. Acesso em: 13 de out. 2023

MOREIRA, C. D.F. Estudo Do Emprego De Surfactantes Em Emulsões Cosméticas. 2010. 42 p. Monografia (Doutorado, Química Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, [S. l.], 2010. Disponível em: (https://www.quimicatecnologica.bh.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/198/2022/06/TCC_Cheisy_Moreira_2010.pdf). Acesso em: 24 de jan. 2024.

MORELLI, E. B. Reúso da Água na Lavagem de Veículos. São Paulo: [s.n.], 2005. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005140604/publico/DissertacaoEduardoBronzattiMorelli.pdf>. Acesso em: 06 out. 2022.

MORETTO, S.R.O.; PUPPI, R.F.K.; PEGORINI, E.S.; INOUE, P.S.; OLIVEIRA, G.G. de Medidas da densidade do lodo proveniente de digestão anaeróbia. 2011. Artigo em Hypertexto. Disponível em: (http://www.infobibos.com/Artigos/2011_1/DensidadeLodo/index.htm). Acesso em: 26 jan. 2024.

MOTTA, A. R. P.; BORGES, C. P.; KIPERSTOK, Asher; ESQUERRE, K. P. Utilização de coalescedor com leito de resinas de trocas catiônicas para pré-tratamento de óleo emulsionado em efluentes líquidos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 2, p. 235–242, abr. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/3RvDV6Lc43cWQB899Qmq7zy/?lang=pt#>. Acesso em: 18 de fev. 2024.

NAVES, J. I.T. R. Caracterização das fontes potenciais dos riscos ecológicos gerados por empreendimentos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Mato Grosso. 2021. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologias Ambientais). Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis, 2021. Disponível em: <https://ufr.edu.br/ppgta/wp-content/uploads/2020/09/Dissertacao-Josyanne-Ines-Teixeira-Ramos-Naves.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, ONU. Agenda 2030. NOVA YORK, USA. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 15 jun. 2023

PATERNIANI, J.E. S.; SILVA, M. J. M. da; RIBEIRO, T. A. P.; BARBOSA, M. (2011). Pré-filtration in boulder and slow sand filtration with non-woven synthetic layers and granulated vegetal coal to improve quality in wastewater treated by constructed wetlands. *Engenharia Agrícola*, 31(4), 803-812. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/eagri/a/55DjTKyZwLtJLpMDtJ6Hk5b/?lang=pt#>. Acesso em: 1 de jun. 2023.

PEREIRA, W. Si.; SILVA, C. M. S. da; GOMES, A. C. C.; SOUSA, J.N.; MELO, R.F. de; BIANCHINI, P. C.; SILVA, A. F.; SILVA, P. T.de S.a e. Tratamento de Águas Cinzas Empregando Filtro de Carvão e Esterco: Escala De Laboratório. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/206577/1/TRATAMENTO-DE-AGUAS-CINZAS-EMPREGANDO-FILTRO-2019.pdf>. Acesso em:15 jun. 2023.

Pin-Yi Dai, Yi-Qian Liu, Hao Lu, Yu-Dong Li, Qiang Yang, Produced-water treatment: Application and research of combined fiber coalescence technique in offshore oilfield, *Petroleum Science*, Volume 20, Issue 1, 2023, Pages 569-576, ISSN 1995-8226, <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2022.11.013>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1995822622002990>)

QUEIROZ, R. N. F. de. Diagnóstico ambiental de águas residuárias de empreendimentos da lavagem de veículos em Mossoró/RN. Dissertação. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, 2014. Disponível em: <https://ppgmsa.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/59/2014/10/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Rosana-Nogueira-F-de-Queiroz.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

RICHTER, C. A. Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento. 1ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2009. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521217244/pageid/0>. Acesso em: 15 jun. 2023

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. de A. Tratamento de Água - Tecnologia Atualizada. 01. ed. SÃO PAULO: BLUCHER, 1991. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=BdxFzQEACAAJ&lpg=PP1&hl=ptBR&pg=PA19#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 06 out. 2022.

ROSA, L. G.; SOUSA, J. T.de.; LIMA, V. L. A. de.; ARAUJO, G. H.; SILVA, L. M. A. da.; LEITE, V. D. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. *AmbiÁgua*, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 179-199, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.532>. Acesso em: 11 de mar. 2024.

RODRIGUES, A. R. D.; COELHO, C. R.; SOUSA, L. L. S.; ROCHA, R. A. de M.; OLIVEIRA, T. C. S. de; FERREIRA, B. C. S. Uma Proposta de Implementação de Reuso de Água e Economia Hídrica em um Lava-Rápido da Cidade Caarapó-Ms. *Brazilian Journals*, Curitiba, n. v.7, n.1, p. 4279-4296, Jan. 2021. Disponível em: [file:///D:/Usu%C3%A1rios/Downloads/admin,+BJD+288+Janeiro%20\(3\).pdf](file:///D:/Usu%C3%A1rios/Downloads/admin,+BJD+288+Janeiro%20(3).pdf). Acesso em: 06 out. 2022.

RODRIGUES, R. L., BUENO, F. B., ESPÍNDOLA, C. R. (2021). Análise da Qualidade de Água Utilizada em Lavagens de Veículos. *Revista Educação Ambiental em Ação*, 81.

Disponível em:
<https://www.revistaea.org/search.php?resultado=1&palavras=Rodrigues%2C+R.+L.%2C+Bu+eno%2C+F.+B.%2C+%26+Esp%EDndola%2C+C.+R.+%282021%29.+An%Elise+da+Qual+idade+de+%C1gua+Utilizada+em+Lavagens+de+Ve%EDculos.+Revista+Educa%E7%E3o+Ambiental+em+A%E7%E3o%2C+81>. Acesso em: 11 de mar. 2024.

ROSA, L. G.; SOUSA, J. T.de.; LIMA, V. L. A. de.; ARAUJO, G. H.; SILVA, L. M. A. da.; LEITE, V. D. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. *Ambi-Água*, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 179- 199, 2011. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/532>. Acesso em: 12 de out. 2023.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Água de reúso – modelos de comercialização. Disponível em: https://site.sabesp.com.br/uploads/file/ap_sabesp_div_grand_cons_leste.pdf. Acesso em: 11 de out. 2023.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. del P.B. Metodologia de pesquisa. [São Paulo, SP]: Grupo A, 2013. E-book. ISBN 9788565848367. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565848367/>. Acesso em: 18 maio 2023.

SANTOS, A.S. P.; LIMA, M. A. de M.; JUNIOR, L. C. S. da S.; AVELAR, P. da S.; ARAUJO, B. M. de; GONÇALVES, R. F.; VIEIRA, J.M. P. Proposição de uma Metodologia Estruturada de Avaliação do Potencial Regional de Reúso de Água: 01 –Terminologia e Conceitos de Base. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43709>. Acesso em: 06 out. 2022.

SANTOS, A.S. P.; LIMA, M. A. de M.; JUNIOR, L. C. S. da S.; AVELAR, P. da S.; ARAUJO, B. M. de; GONÇALVES, R. F.; VIEIRA, J.M. P. Proposição de uma Metodologia Estruturada de Avaliação do Potencial Regional de Reúso de Água: 02 –Planejamento Técnico e Estratégico. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*, p. 18-35, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43710>. Acesso em: 06 out. 2022.

SANTOS, C. O. dos; FERREIRA, J. de A.; BARBOSA, T. O.; SILVA JUNIOR, P. M. da. Mapeamento e Verificação da existência de Sistema prévio de Tratamento de Efluentes nas fontes Geradoras de Efluentes Oleosos no Município de Coxim. *Holos Environment*, p. 566-577, Nov. 2019. Disponível em: <https://holos.emnuvens.com.br/holos/article/viewFile/12349/8261>. Acesso em: 11 de out. 2023.

SANTOS, T. M. M.; OLIVEIRA, J. L. dos S.; OLIVEIRA, H. M. de; SILVA, E. da. Recursos Hídricos: Problemas Ambientais e a Importância da Educação e Percepção Ambiental. *Educação Ambiental em Ação*, 2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3416>. Acesso em: 06 out. 2022.

STUMPF, G. L. TRATAMENTO DE EFLUENTE DE LAVAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. 2016. 76 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental - Mestrado / Associação Ampla com UEPG) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati - PR. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/handle/jspui/627>. Acesso em 11 de mar. 2024

SCHIMITZ, R. A.; MENEGHINI, C.; OLIVEIRA, L. H. de. Wood ash filter to remove contaminants from rainwater destined for poultry farming. Revista Agro@mbiente on-line, v. 14, 2020. Disponível em: <https://www-cabdirect.ez52.periodicos.capes.gov.br/cabdirect/FullTextPDF/2021/20210075368.pdf> Acesso em: 15 jun. 2023.

SECKLER, S. Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais voltado para Análises de Águas e Esgotos Sanitário e Industrial. Disponível em: https://www.sidneyseckler.com/_files/ugd/1ecddd_8cac784ef4b645adbb04d80abc54f5e3.pdf. Acesso em: 26 ago. 2023.

SECRON, M. B. Avaliação de sistemas separadores água e óleo do tratamento de efluentes de lavagem, abastecimento e manutenção de veículos automotores. 2006. 329 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, [S. l.], 2006. Disponível em: <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2006/MarceloBernadesSecromPEAMB2006.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2024.

SECRON, M. B.; GIORDANO, G.; BARBOSA FILHO, O. Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas. Rio de Janeiro: CETEM, 2010. (Série Gestão e Planejamento Ambiental, 12). Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/295>. Acesso em: 18 fev. 2024.

SEDAT, Y.; SORAN, S. I.; ALI, B. O. Numerical investigation of coalescing plate system to understand the separation of water and oil in water treatment plant of petroleum industry. (2017). Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics, 11:1, 184-192. Disponível em: (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19942060.2016.1273137>). Acesso em: 26 jan. 2024.

SILVA, C. R. da C. e; MONTEIRO, F. M. P.; BARROSO, J. A.; ARAÚJO, W. F.; CARVALHO, F. A. G. de; LIMA, T. de S. Seca e Gestão da Água: Análise sobre o Programa Emergencial de Distribuição de Água na Zona Rural de Itainópolis-Pi. Educação Ambiental em Ação, 2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3237>. Acesso em: 06 out. 2022.

SILVA, G. O. R. E. et al. Avaliação de alumina e carvão ativado conjugados com nanopartículas de prata como pré-tratamentos para nanofiltração visando à redução da incrustação. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, n. 1, p. 79–89, jan. 2022. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/mrNxQLfZcmPZzGVbqVCxb4s/?lang=pt#>. Acesso em: 13 de out. 2023

SILVA, J. D. F. DA. et al. MICROEMULSÕES: COMPONENTES, CARACTERÍSTICAS, POTENCIALIDADES EM QUÍMICA DE ALIMENTOS E OUTRAS APLICAÇÕES. *Química Nova*, v. 38, n. 9, p. 1196–1206, nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150135>. Acesso em 25 jan. 2024.

SILVA, Raimundo Thiago Lima da; CARVALHO, Maria Bruna Martins; ALVES, José Darlon Nascimento. Educação Ambiental Para o Não Desperdício de Água. *Educação Ambiental em Ação*, p. 50-62, 2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1271>. Acesso em: 06 out. 2022.

SOARES, S. R. A.; SANTOS, A. S. P. Priorização da água de Reuso em Bacias Hidrográficas com Base no Planejamento de Recursos Hídricos: Proposta Metodológica e Exemplos das Bacias do Rio Grande e do Piancó-Piranhas-Açu. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*, p. 111-125, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43904>. Acesso em: 06 out. 2022.

SOKOLOVIĆ, R.Š.; SLOBODAN S.; SNEŽANA Š.; Oily water treatment using a new steady-state fiber-bed coalescer, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 162, Issue 1, 2009, Pages 410-415, ISSN 0304-3894, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.05.054>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389408007395>)

SOUZA FILHO, D. P. Reutilização de água residual no processo de gestão de lava jato: um estudo multicaso. 2017. 51 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus: 2017. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6382/5/Dissertação_Delfino%20P.%20Souza%20Filho.pdf. Acesso em: 12 de out. 2023

SOUZA, A. M. dos S.; CUNHA, F. F. da; FACCIOLI, G. G.; SANTANA, F. S.; MORE, K. V. S. S. Fertirrigação de Alface com Efluente Doméstico Tratado com Biocarvão de Bagaço de Laranja. *Água* 14, no. 20: 3272. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/20/3272>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SUBTIL, E. L.; MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; RODRIGUES, R. Potencial de reuso de água na lavagem de caminhões utilizando Contator Biológico Rotativo. *Revista Ambiente e Água*, p. 851-866, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/R7jTVF7BkbthCYYqmxD6Dqw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 out. 2023.

TELLES, D. D'A.; COSTA, R. Helena P. G. Reúso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas. 2ª ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher Ltda, 2010. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521217725/pageid/0>. Acesso em: 15 jun. 2023

VASCONCELOS, D. V.; GOMES, A. Tratamento de efluentes de postos de combustíveis para o reúso usando processos oxidativos avançados. *Cadernos UniFOA, Volta Redonda*, v. 4, n. 11, p. 35–46, 2017. DOI: 10.47385/cad_unifoa.v_4.n_11.995. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/995>. Acesso em: 12 out. 2023.

VIANA PARISOTTO, P. M. Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos, FISPQ. 2021a. Disponível em: <https://attivo.ind.br/wp-content/uploads/2022/01/FISPQ-024-Intercap.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2023

VIANA PARISOTTO, P. M. Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos, FISPQ. 2021b. Disponível em: <https://attivo.ind.br/wp-content/uploads/2022/01/FISPQ-025-Solupan.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2023

VIANA PARISOTTO, P. M. Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos, FISPQ. 2021c. Disponível em: <https://attivo.ind.br/wp-content/uploads/2022/01/FISPQ-015-Shampoo-Automotivo-com-Cera.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2023

YAYLA, S.; IBRAHIM, S. S.; OLCAY, A. B. Numerical investigation of coalescing plate system to understand the separation of water and oil in water treatment plant of petroleum industry. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, vol. 11, no. 1, 2017, pp. 155-166. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19942060.2016.1273137>. Acesso em: 18 fev. 2024.

YAYLA, S.; SABAH, S.; OLCA, A. B. CFD simulation of designed coalescing plates for separating water and oil in water treatment plants used in petroleum projects. *Petroleum and Automotive Engineering Journal of Engineering Sciences*, vol. 2, no. 2, 2017. Disponível em: <http://pajes.pau.edu.tr/en/jvi.aspx?pdire=pajes&plng=eng&un=PAJES-67944>. Acesso em: 18 fev. 2024.

YUAN Si Tian, ZI QIANG Yang, SIGURÐUR T. Thoroddsen, Ehab Elsaadawy, A new image-based microfluidic method to test demulsifier enhancement of coalescence-rate, for water droplets in crude oil, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, Volume 208, Part E, 2022, 109720, ISSN 0920-4105. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.109720>. Acesso em: 24 jan. 2024.

YUNPENG Yue, MOTOKI Hara, YASUHITO Mukai. Continuous coalescence and separation of oil-in-water emulsion via polyacrylonitrile nanofibrous membrane coalescer. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. Volume 657, Part A, 2023, 130626, ISSN 0927-7757. Disponível em: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927775722023810>). Acesso em 26 jan. 2024.

YUNRUI, HAN et al. A review of the recent advances in design of corrugated plate packs applied for oil?water separation. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, [S. l.], v. 53, p. 37-50, 25 set. 2017. ISSN 1226-086X, <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2017.04.029>. Acesso em: 25 de jan. 2024. Disponível em: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1226086X17302174>).