



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANNY KAROLINY SANTOS SILVA

**EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM LAVANDERIAS:
ANÁLISE COMPARATIVA DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE**

Caruaru

2025

ANNY KAROLINY SANTOS SILVA

**EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM LAVANDERIAS:
ANÁLISE COMPARATIVA DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Saneamento

Orientadora: Profa. Dra. Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves

Caruaru

2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, que me acompanhou e me deu força para persistir em minha jornada, mesmo nos momentos em que uma gota de água parecia um tsunami prestes a afogar todas as minhas esperanças, foi ele que desempenhou o papel de um porto seguro, no qual eu pude me apoiar e aguardar pela vitória.

Também quero expressar minha imensa gratidão a minha mãe Edna Maria e meu pai João Carlos, que sempre me apoiaram em todas as decisões, e que se dedicaram a vida toda para me proporcionar a possibilidade de batalhar pelos meus sonhos e conquistar algo do qual eles possam se orgulhar. Sempre serei grata por toda a paciência, por todos os conselhos, e todas as palavras de carinho, que me fortaleceram e guiaram para hoje, onde posso dizer alegremente que sim! Eu consegui! Podem dizer com alegria que a filha de vocês é engenheira civil, e que ela conseguiu por ter as melhores pessoas na qual ela pode se espelhar, se um dia eu puder dizer que sou 10% do que vocês são, posso afirmar que conquistei tudo que almejava.

À minha irmã Kedna Danila agradeço por sempre ter sido o meu exemplo, alguém em que pude me espelhar, e por ser a pessoa que tomou a frente, me mostrando a direção e facilitando a minha caminhada pela vida. Sou eternamente grata a você por sempre estar ao meu lado, e a Deus por me permitir ter a melhor irmã que eu poderia pedir.

À minha avó Lia que desde meus dois meses ajudou a me criar e sempre esteve lá por mim, mesmo que para pagar um churros na volta do colégio, ou, para me consolar depois de um dia ruim, agradeço por toda a paciência e ensinamentos que pôde me passar, sua história me ensinou que nada nessa vida vem fácil, mas que a conquista vale a pena, quero poder ser como a senhora algum dia.

Ao meu namorado Emanuel, agradeço por toda a paciência ao me ajudar em todos os momentos de ansiedade e desespero, por me dar a calma que preciso para focar em meus estudos e por nunca ter duvidado de mim, nem um dia sequer, você foi a constante em toda a incerteza que passou pela minha cabeça durante o curso.

Aos meus amigos, agradeço, por sempre estarem dispostos a me ajudar, desde o meu primeiro dia até o último na universidade. Não poderia deixar de citar os nomes daqueles que marcaram o meu caminho, como Isabela que foi a primeira pessoa que conversei na faculdade, André, que não apenas iniciou o curso na mesma turma como está comigo até hoje me ajudando com o TCC, João Victor, que estudava comigo para as matérias difíceis e sempre me acalmava ao mero sinal de desespero, Renan que sempre se dispôs a me ajudar em qualquer trabalho que surgisse e a todos os meus amigos que contribuíram com a minha jornada, nos quais não tenho como citar aqui, mas que estão guardados em meu coração.

Manifesto também meu agradecimento, a minha orientadora, Profa. Dra. Elizabeth Amaral

Pastich Gonçalves, pela orientação e dedicação que me ajudaram durante a elaboração deste trabalho. Sou igualmente grata às lavanderias e profissionais que colaboraram com a pesquisa e tornaram este trabalho possível.

Por fim, gostaria de agradecer àquela garota de dezesseis anos, nervosa com a ideia do futuro, que dentre todas as escolhas optou por essa, mesmo que tenha passado por muitos percalços e dificuldade durante o curso, foi essa escolha que me proporcionou conhecer as pessoas que conheço hoje e ter vivido tudo o que vivi, depois de todos esses anos posso dizer com certeza, que tudo valeu a pena.

Dedico este trabalho a minha família, e ao meu futuro, que este seja apenas a primeira de todas as conquistas que ainda estão por vir.

Eficiência dos sistemas de tratamento de água em lavanderias: análise comparativa dos parâmetros de qualidade

Efficiency of water treatment systems in laundries: comparative analysis of quality parameters

Anny Karoliny Santos Silva¹

RESUMO

A indústria têxtil desempenha um papel fundamental na economia do Agreste Pernambucano, especialmente em Caruaru, onde mais de 60 lavanderias industriais utilizam grandes volumes de água para processos como tingimento, lavagem e acabamento de tecidos. No entanto, essas atividades geram efluentes com elevados níveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), sólidos sedimentáveis (SS) e óleos e graxas (O&G), impactando negativamente a qualidade da água do Rio Ipojuca, um dos mais poluídos da região. Esse estudo objetiva avaliar e comparar a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes adotados por lavanderias industriais em Caruaru, analisando a remoção de parâmetros de qualidade antes e depois do tratamento nas lavanderias Lavanderia 1, Lavanderia 2, Lavanderia 3, Lavanderia 4 e Lavanderia 5, conforme os padrões estabelecidos pela Resolução nº 430/2011 do CONAMA. A metodologia envolve a coleta e análise de amostras de água das diferentes lavanderias, permitindo verificar a capacidade dos sistemas em atender aos padrões ambientais nos anos subsequentes à publicação da resolução. Os resultados indicam que, apesar da alta eficiência na remoção de SS, os níveis de DBO, DQO e O&G ainda representam desafios para o cumprimento da legislação ambiental. A análise revelou que a Lavanderia 2 apresentou o melhor desempenho nos valores de DQO do efluente tratado, demonstrando maior conformidade com a CPRH, especialmente no ano de 2014. Já quanto ao potencial Hidrogeniônico (pH), todas as lavanderias apresentaram um bom controle de tratamento, atingindo níveis aceitáveis durante o estudo. Além disso, todas as lavanderias analisadas enfrentaram dificuldades na remoção eficiente de O&G, apontando para a necessidade de aprimoramento das tecnologias empregadas. Dessa forma, o estudo evidencia a necessidade de investimentos na modernização dos sistemas de tratamento e na implementação de medidas mais eficazes para minimizar os impactos ambientais das atividades têxteis na região. Este estudo promove ideias de soluções sustentáveis e ambientalmente responsáveis para o tratamento de efluentes industriais, contribuindo para a formulação de recomendações voltadas

¹ Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anny.silva@ufpe.br

à padronização de melhores práticas em reuso e tratamento de efluentes industriais.

Palavras-chave: caruaru; tratamento; lavanderias; eficiência; sustentabilidade.

ABSTRACT

The textile industry plays a fundamental role in the economy of the Agreste region of Pernambuco, especially in Caruaru, where more than 60 industrial laundries use large volumes of water for processes such as dyeing, washing and finishing fabrics. However, these activities generate effluents with high levels of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Settleable Solids (SS) and Oils and Greases (O&G), negatively impacting the water quality of the Ipojuca River, one of the most polluted in the region. This study aims to evaluate and compare the efficiency of effluent treatment systems adopted by industrial laundries in Caruaru, analyzing the removal of quality parameters before and after treatment in the laundries Lavanderia 1, Lavanderia 2, Lavanderia 3, Lavanderia 4 and Lavanderia 5, according to the standards established by CONAMA Resolution No. 430/2011. The methodology involves collecting and analyzing water samples from different laundries, allowing the systems to be assessed to meet environmental standards in the years following the publication of the resolution. The results indicate that, despite the high efficiency in removing SS, the levels of BOD, COD and O&G still represent challenges for compliance with environmental legislation. The analysis revealed that Lavanderia 2 presented the best performance in the COD values of the treated effluent, demonstrating greater compliance with the CPRH, especially in 2014. Regarding the hydrogen potential (pH), all laundries presented good treatment control, reaching acceptable levels during the study. In addition, all the laundries analyzed faced difficulties in efficiently removing O&G, indicating the need to improve the technologies used. Thus, the study highlights the need for investments in the modernization of treatment systems and in the implementation of more effective measures to minimize the environmental impacts of textile activities in the region. This study promotes ideas for sustainable and environmentally responsible solutions for the treatment of industrial effluents, contributing to the formulation of recommendations aimed at standardizing best practices in reuse and treatment of industrial effluents.

Keywords: Caruaru; treatment; laundries; efficiency; sustainability.

DATA DE APROVAÇÃO: 16 de abril de 2025.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural crucial para a existência, sendo fundamental para o progresso biológico, social e econômico, bem como para várias atividades industriais. Em ambientes urbanos, setores como o de lavanderias comerciais demandam grandes volumes de água, podendo gerar entre 100 e 300 litros de efluente por quilo de roupa lavada, representando um passivo ambiental relevante. Segundo Macêdo (2022), o uso de água e a geração de efluentes no processo de beneficiamento de jeans em lavanderias industriais de Toritama, Pernambuco, destaca a necessidade de práticas sustentáveis para mitigar os impactos ambientais associados a esse setor. Tornando fundamental implementar estratégias eficientes de gestão desse recurso, visando mitigar os impactos negativos ao meio ambiente e promover práticas sustentáveis em setores que consomem grandes quantidades de água.

O aumento do consumo de água nas atividades industriais e comerciais tem provocado crescente preocupação com a gestão sustentável dos recursos hídricos. No setor de lavanderias, que demanda grandes volumes de água em seus processos, a busca por tecnologias de tratamento e reuso tem se intensificado como alternativa para reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais (Silva *et al.*, 2025).

O tratamento e reuso da água em lavanderias industriais têm sido temas de crescente relevância no contexto da sustentabilidade e da preservação dos recursos hídricos. A elevada demanda por água torna essencial a adoção de sistemas eficientes de tratamento, garantindo não somente a conformidade com as normas ambientais, mas também a redução dos impactos ao meio ambiente. No município de Caruaru, em Pernambuco, a situação se torna ainda mais urgente, pois o Rio Ipojuca, principal corpo hídrico da região, sofre com níveis alarmantes de poluição, agravados pelo descarte inadequado de efluentes industriais e domésticos (Santos, 2021).

Atualmente, a legislação ambiental brasileira impõe diretrizes para o descarte e reuso da água em setores industriais, incluindo lavanderias. A Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece limites para o lançamento de cargas poluidoras dos efluentes em corpos d'água, enquanto a ABNT NBR 13969 orienta sobre sistemas de reuso da água (Brasil, 2011). A adaptação às normas ambientais não somente evita sanções legais, mas também contribui para a eficiência operacional e sustentabilidade das lavanderias.

Estudos recentes indicam que a implementação de tecnologias avançadas, como osmose reversa, filtração por membranas e tratamento biológico, pode reduzir significativamente a carga poluidora dos efluentes e viabilizar o reaproveitamento da água. Além disso, técnicas como filtros de areia, sistemas de flotação, reatores anaeróbios e membranas de ultrafiltração apresentam resultados variados na remoção de turbidez, sólidos suspensos totais, matéria orgânica e microrganismos patogênicos. Fatores operacionais, como manutenção adequada, tempo de residência hidráulica e a compatibilidade do sistema com o tipo específico de efluente, influenciam diretamente na eficiência do tratamento (Silva, 2022).

É necessário tratar adequadamente as águas residuais para cumprir as normas ambientais, como as estabelecidas pela Resolução CONAMA n° 430, sabendo que a negligência dessas normas pode causar danos ambientais significativos e riscos à saúde pública. Estudos como o de Rampelotto (2020), demonstram que sistemas combinados de flotação e filtração podem atender a esses padrões, especialmente em efluentes de lavanderias industriais, que apresentam alta carga de poluentes como surfactantes e sólidos suspensos. Portanto, a questão central desta pesquisa é a importância de avaliar a eficácia dos sistemas de tratamento de água empregados em lavanderias na cidade de Caruaru.

A ineficiência dos sistemas de tratamento de efluentes industriais pode resultar em aumentos significativos nos níveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) nos efluentes, comprometendo a qualidade da água dos ecossistemas receptores. Estudo realizado por Ramos *et al.* (2020) destaca que efluentes do setor têxtil no Brasil apresentam altos teores de matéria orgânica, evidenciados por elevados valores de DBO e DQO, ressaltando a importância de tratamentos eficazes para minimizar impactos ambientais.

Dentre as opções de tratamento adequadas para a melhoria da qualidade de efluentes têxteis tratados, a integração de técnicas como a reação de Fenton e a adsorção tem se mostrado uma alternativa promissora para complementar a coagulação e floculação em lavanderias industriais, aprimorando a qualidade da água final (Buss *et al.*, 2015). Essas práticas são primordiais para garantir que os efluentes tratados atendam aos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 430.

No contexto de Caruaru, onde há uma concentração significativa de lavanderias industriais, a necessidade de otimizar os processos de tratamento e reuso da água torna-se cada vez mais urgente. Estudo realizado por Pereira *et al.* (2023) constatou que o Rio Ipojuca é o terceiro mais poluído do Brasil, sendo as descargas de efluentes têxteis um dos principais fatores para sua degradação. A implementação de tecnologias de reuso de água nessas instalações não apenas mitiga os impactos ambientais, mas também proporciona benefícios econômicos, como a

redução dos custos operacionais e da dependência de água potável. Silva (2022), destaca que o reuso de água em lavanderias de jeans no Agreste pernambucano reduz o custo de produção das peças, garantindo a competitividade das empresas na região.

Pesquisas recentes, como a de Santos (2021), destacam que práticas de reuso hídrico em ambientes industriais e residenciais são estratégicas para enfrentar a escassez de recursos. Um estudo de 2024 conduzido pela Universidade Federal do Tocantins ressalta que o reaproveitamento da água, mesmo em contextos residenciais, apresenta vantagens significativas ao possibilitar o uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis, como limpeza e irrigação, reduzindo a pressão sobre os mananciais naturais (Leite, 2024)

Diante desse cenário, torna-se fundamental compreender a eficiência dos diferentes sistemas de tratamento de água utilizados por lavanderias em Caruaru-PE, especialmente no que se refere ao atendimento das normas ambientais e ao potencial de reuso da água tratada. A partir de uma análise comparativa dos parâmetros de qualidade, espera-se fornecer subsídios técnicos que possam orientar práticas mais sustentáveis no setor, contribuindo tanto para a preservação dos recursos hídricos quanto para a redução dos impactos na região. Além disso, a pesquisa visa oferecer informações que possam apoiar empresários e órgãos reguladores na adoção de medidas mais eficazes para fiscalização da gestão dos efluentes gerados por essas atividades.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho possui como objetivo principal avaliar e comparar a eficiência dos sistemas de tratamento físico-químico da água de diferentes lavanderias em termos de remoção de DBO, DQO, sólidos sedimentáveis (SS), e óleos e graxas (O&G), além de analisar os valores de pH.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar quais sistemas de tratamento conseguem atender as legislações ambientais vigentes;
- Comparar os valores dos parâmetros avaliados com os referenciais da Resolução CONAMA n° 430;
- Identificar quais sistemas de tratamento da água são mais eficazes em atender os padrões de qualidade, e quais necessitam de melhoria.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa comparativa avalia a eficácia dos sistemas de tratamento de água em cinco lavanderias comerciais localizadas em Caruaru e arredores, no estado de Pernambuco, ao qual cada uma utiliza diferentes métodos de tratamento físico-químico com a mesma função. As unidades participantes foram lavanderias com o mesmo porte tituladas como: Lavanderia 1; Lavanderia 2; Lavanderia 3; Lavanderia 4; e Lavanderia 5, sendo coletados dados dos anos de 2012, 2013 e 2014 para análise. A seleção dessas lavanderias teve como objetivo garantir uma diversidade de capacidades operacionais e processos tecnológicos, além de fornecer uma base robusta de dados para a análise comparativa.

2.1 Caracterização dos sistemas de tratamento

Cada lavanderia analisada emprega sua própria mistura de procedimentos físicos e químicos para tratar seus resíduos. As fases mais habituais englobam:

- Coagulação e floculação: Uso de agentes coagulantes para unir partículas suspensas;
- Decantação: Processo que separa os sólidos sedimentáveis através da gravidade;
- Filtração: Eliminação de micropartículas separadas por material gradeado;
- Modificação do pH: Ajuste para níveis neutros através da adição de ácidos ou bases;
- Eliminação de O&G: Métodos de flotação ou sedimentação por gravidade.

2.2 Amostragem e preparo das amostras

A coleta das amostras foi executada seguindo as normas da NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores (ABNT, 1987) e foi realizada em dois pontos principais do tratamento de cada lavanderia: antes do tratamento físico-químico, com o efluente bruto coletado na entrada do sistema, e após o tratamento físico-químico com o efluente tratado coletado na saída do sistema, pronto para descarte ou reutilização.

Para assegurar a precisão, as amostras foram coletadas no mesmo horário operacional, visando evitar variações associadas à dinâmica das atividades. Elas foram acondicionadas em frascos de vidro esterilizados e mantidas a 4 °C até a chegada ao laboratório de análise.

2.3 Análises laboratoriais e parâmetros investigados

O laboratório de análise realizou o procedimento padronizado para os seguintes parâmetros: pH, DBO, DQO, SS e O&G.

Esses parâmetros foram selecionados devido à sua relevância para a saúde ambiental e à sua capacidade de indicar a eficiência dos processos de tratamento. Estudos demonstram que sistemas de tratamento bem projetados podem alcançar eficiências de remoção de DBO e DQO que atendem aos padrões ambientais exigidos. (Ferreira., 2023)

2.4 Procedimento de comparação dos resultados

A eficiência de cada sistema foi calculada da seguinte forma:

$$Eficiência = \frac{ParâmetroInicial - ParâmetroFinal}{ParâmetroInicial} \times 100 \quad (1)$$

Os dados obtidos foram organizados em planilhas e analisados com técnicas estatísticas descritivas. A partir dos dados de eficiência obtidos em cada lavanderia, torna-se possível avaliar com maior precisão o desempenho dos respectivos sistemas de tratamento ao longo do período de coleta dos efluentes. Tal análise comparativa permite identificar, de forma objetiva, quais unidades demonstraram maior eficácia operacional e quais demandam intervenções para otimização de seus processos.

2.5 Importância da análise dos dados

A cidade de Caruaru, importante para o polo têxtil do Agreste Pernambucano, abriga entre 60 e 70 lavanderias industriais, das quais 47 são associadas à Associação das Lavanderias de Caruaru (ALC). Cada uma dessas lavanderias consome, em média, 40 mil litros de água por dia, resultando em uma produção significativa de efluentes. Esses efluentes frequentemente apresentam pH desregulado, altas demandas bioquímicas (DBO) e químicas de oxigênio (DQO), além de conterem óleos e graxas, componentes que dificultam o tratamento das águas residuais. O descarte inadequado desses efluentes contribui para a degradação do Rio Ipojuca, já considerado um dos mais poluídos do país (PEREIRA et al., 2023).

A análise da eficiência dos sistemas de tratamento dessas lavanderias pode otimizar a remoção de contaminantes e viabilizar o reuso da água, reduzindo a dependência de captação de fontes naturais. Essas melhorias favorecem a sustentabilidade hídrica da região, minimizam os impactos

ambientais e promovem o cumprimento das legislações ambientais, garantindo benefícios para a indústria e para a preservação dos recursos naturais. Silva *et al.* (2022) classificaram, caracterizaram e diagnosticaram ambientalmente as lavanderias de beneficiamento de jeans em Caruaru, evidenciando o alto potencial poluidor dessas atividades e a necessidade urgente de práticas sustentáveis no setor têxtil local.

2.6 Limitações e controles de variáveis

Embora com amostragem pontual, a utilização de um único laboratório para todas as análises minimizou variações e vieses analíticos. No entanto, variáveis como sazonalidade e mudanças na operação das lavanderias podem influenciar os resultados.

Os dados analisados no estudo foram coletados entre os anos de 2012 e 2014, demonstrando a realidade das lavanderias industriais de Caruaru no período posterior à publicação da Resolução CONAMA nº 430, permitindo uma análise da adequação das lavanderias estudadas. Embora esses dados possam não representar com total precisão a situação atual, devido a possíveis mudanças na legislação ambiental, os avanços tecnológicos e as variações no volume de produção das indústrias, eles ainda são valiosos para compreender as tendências históricas, identificar padrões de contaminação e avaliar a evolução da eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são apresentados os resultados obtidos nas cinco lavanderias industriais avaliadas, onde foram considerados para a análise os parâmetros de pH, DBO, DQO, SS e O&G de cada objeto de estudo, cujos valores médios e percentuais de remoção são apresentados durante a apresentação dos dados.

3.1 Apresentação e discussão dos dados de cada lavanderia

3.1.1 Lavanderia 1

A Lavanderia 1 forneceu dados dos parâmetros de pH, DBO, DQO, SS e O&G dos anos de 2012, 2013 e 2014, com exceção do mês de fevereiro para os anos de 2012 e 2013 e dos meses de agosto a dezembro do ano de 2014. A eficiência de remoção de DBO durante esse tempo

seguiu uma média de 59,02% para o DBO, seguindo os valores demonstrados na Tabela 1, indicando que o tratamento não foi suficientemente eficaz, apesar de conseguir bons resultados em meses como outubro de 2012 e de 2013.

Tabela 1 – Eficiência de remoção de DBO da Lavanderia 1 nos anos de 2012 a 2014

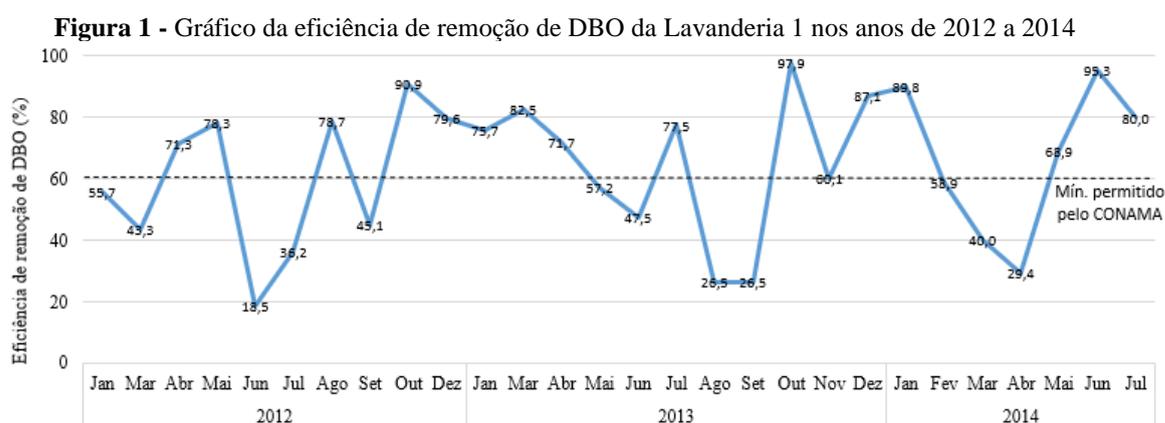
ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE
		DBO
2012	Janeiro	55,70%
2012	Março	43,34%
2012	Abril	71,32%
2012	Maio	78,27%
2012	Junho	18,55%
2012	Julho	36,20%
2012	Agosto	78,65%
2012	Setembro	45,08%
2012	Outubro	90,94%
2012	Novembro	-58,78%
2012	Dezembro	79,59%
2013	Janeiro	75,69%
2013	Março	82,55%
2013	Abril	71,71%
2013	Maio	57,22%
2013	Junho	47,52%
2013	Julho	77,46%
2013	Agosto	26,53%
2013	Setembro	26,48%
2013	Outubro	97,88%
2013	Novembro	60,05%
2013	Dezembro	87,13%
2014	Janeiro	89,80%
2014	Fevereiro	58,90%
2014	Março	40,00%
2014	Abril	29,41%
2014	Maio	68,95%
2014	Junho	95,31%
2014	Julho	80,00%

Fonte: Autora (2025)

Na Tabela 1 é possível observar que em novembro de 2012 a eficiência atingiu um número negativo, indicando que houve uma maior carga orgânica após tratamento, o que não é comum.

Um resultado negativo sugere anomalias operacionais como, por exemplo, contaminação cruzada, que pode surgir devido a vazamentos ou a produtos de limpeza, erros de amostragem, ou falhas no processo biológico, como morte microbiana ou uso inadequado de químicos. Essa situação viola a Resolução CONAMA n° 430 e agrava a poluição, exigindo ações imediatas como auditoria do sistema, revisão dos pontos de coleta e ajustes operacionais. A correção de falhas operacionais em sistemas de tratamento de efluentes envolve a identificação e reparo de vazamentos, a otimização de parâmetros como tempo de retenção e aeração, e a substituição de insumos problemáticos, prática que poderia ser parte de um plano de controle operacional. Essas medidas são essenciais para assegurar a conformidade com a legislação ambiental e proteger os recursos hídricos. Por exemplo, Santana (2022) propôs uma metodologia para prevenir vazamentos de efluentes em indústrias químicas, destacando a importância de inspeções regulares e ações preventivas para evitar contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Comparado à resolução do CONAMA, que indica que a eficiência de remoção de DBO deve atingir no mínimo 60% no efluente tratado, é notável que a Lavanderia 1 cumpriu com a Resolução em apenas 16 dos 28 meses analisados, como é possível observar na Figura 1. Deste modo, os impactos de não cumprir os valores de norma na região são significativos. Segundo Lins (2010), a liberação de efluentes com alta carga orgânica no Rio Ipojuca pode levar à diminuição do oxigênio dissolvido na água, afetando a vida aquática. Esse desequilíbrio ecossistêmico também traz riscos à saúde pública, especialmente se a água contaminada for usada para irrigação ou consumo indireto pela população local.



Fonte: Autora (2025)

Para o parâmetro de DQO, o CONAMA não exige explicitamente um valor padrão, no entanto, para o estado de Pernambuco, onde estão situadas as lavanderias estudadas, o valor de DQO era estipulado, na época de coleta dos dados, pela Norma Técnica CPRH n° 2.001/2000, agora complementada pela Instrução Normativa CPRH n° 3/2022. Nesta norma do ano 2000, o

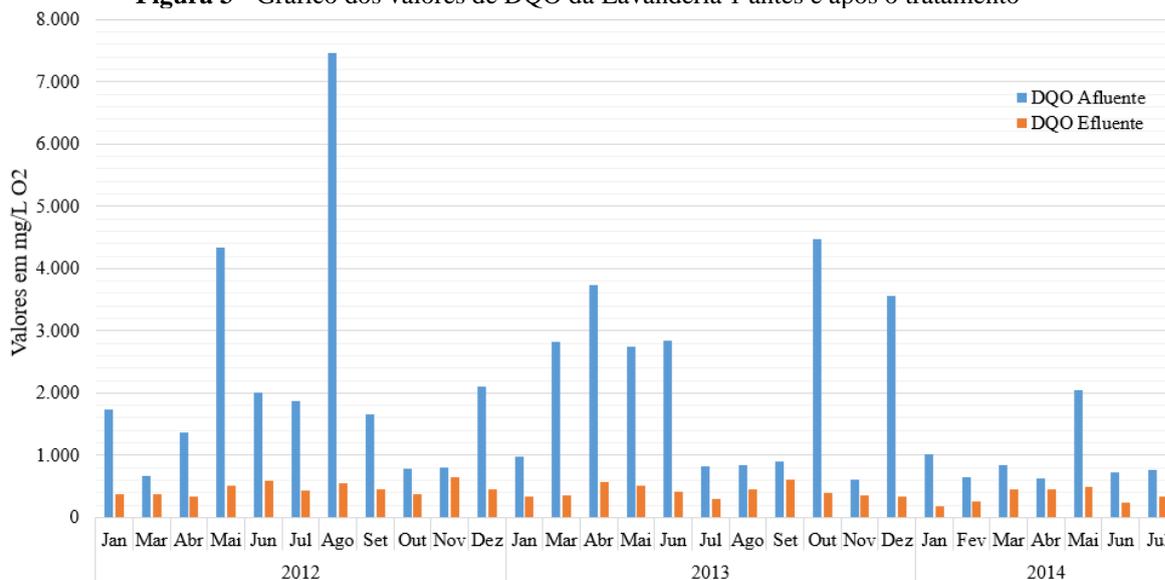
mínimo de redução de DQO exigidos em efluentes tratados no estado de Pernambuco é de 80%, para indústrias têxteis, incluindo lavanderias e beneficiamento de jeans, independente da classe do rio receptor, como evidenciado na Figura 2.

Figura 2 - Percentual mínimo de remoção de DQO, segundo a tipologia industrial

Item	Tipologia Industrial	Percentual de Redução da DQO em %
1	Laticínios	60
2	Matadouros	60
3	Alimentos / Conservas	60
4	Indústrias de Bebidas	80
5	Agroindústria	80
6	Indústrias de Processamento de Peles - Curtume e Acabamento	80
7	Indústrias de Processamento de Carne	60
8	Indústrias de Processamento de Peixes	60
9	Indústrias de Processamento de Cereais (milho, trigo, etc).	60
10	Indústria Têxtil	80
11	Indústria Siderúrgica	80
12	Termoelétrica	80
13	Refinaria de Petróleo	90
14	Indústria de Acabamento de Superfície Metálica	90
15	Indústria de Cloro - Soda	60
16	Indústria Química Orgânica	80
17	Papel e Polpa de Celulose	80
18	Indústria de Reciclagem de Vidro	60

Fonte: CPRH, Norma Técnica n° 2.001 (2000)

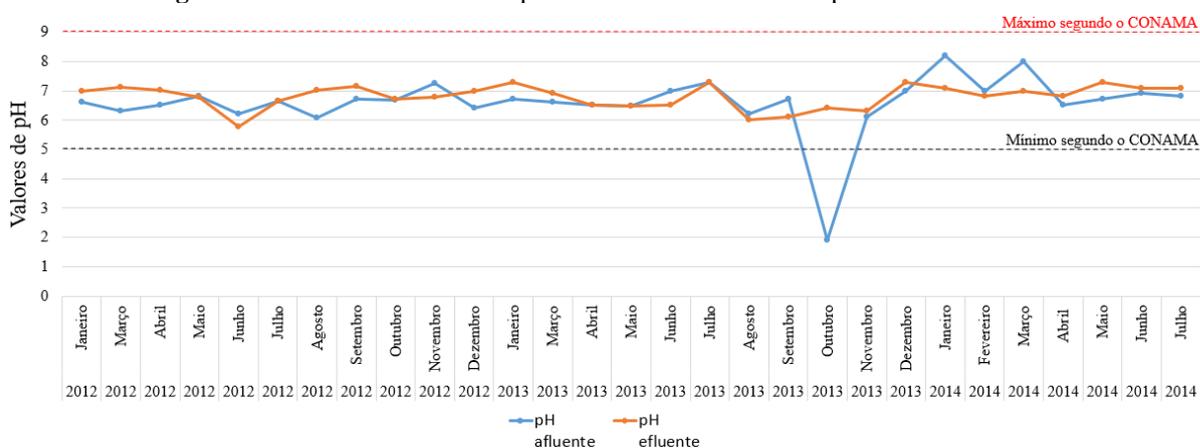
Deste modo, podemos observar na Figura 3 que, ao diminuir consideravelmente os números de DQO de seu efluente bruto para o efluente tratado, a Lavanderia 1 teve uma boa performance na redução de DQO em seu sistema de tratamento, sendo visível no mês de agosto de 2012. É notável também que os valores de DQO no efluente tratado seguiram constantes ao longo do ano. Em contraponto, as porcentagens de remoção de DQO foram reduzidas ao longo dos anos de 2013 e 2014, como observado na Tabela B1 do apêndice B, devido aos menores níveis de DQO que adentraram o sistema de tratamento, comparado ao ano de 2012.

Figura 3 - Gráfico dos valores de DQO da Lavanderia 1 antes e após o tratamento

Fonte: Autora (2025)

De acordo com a Resolução CONAMA nº 430, o pH dos efluentes de lavanderias industriais deve estar na faixa de 5,0 a 9,0 antes do descarte no corpo receptor. Esse intervalo garante que o efluente não cause impactos negativos no equilíbrio químico e biológico do rio, evitando acidificação ou alcalinização excessiva, que podem comprometer a biodiversidade aquática e dificultar processos naturais de depuração da água.

No caso da Lavanderia 1, o pH apresentou valores que atendem ao CONAMA durante todos os anos avaliados, como ilustrado na Figura 4. No entanto, é válido ressaltar que foi em outubro de 2013 que o tratamento se provou mais eficaz, pois a água residual entrou no sistema de tratamento com uma alta acidez, e foi devidamente neutralizada.

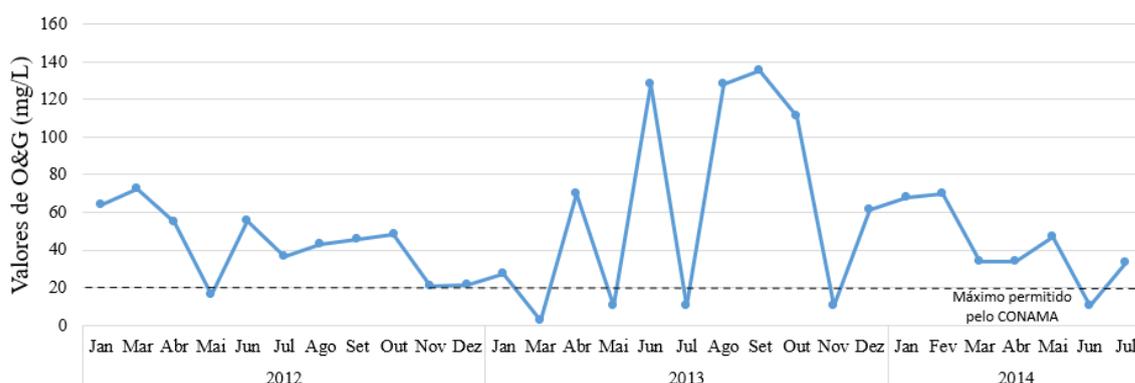
Figura 4 - Gráfico dos valores de pH da Lavanderia 1 antes e após o tratamento

Fonte: Autora (2025)

Para aferição dos O&G, o CONAMA exige que o valor seja inferior a 20 mg/L para o efluente tratado, o que é essencial para evitar impactos como a formação de camada superficial sobre a água, que reduz a oxigenação do meio aquático e afeta a fauna e a flora local, além da possível obstrução de tubulações, prejudicando os sistemas de tratamento de esgoto.

No caso da Lavanderia 1, os valores de O&G do efluente tratado não obtiveram um bom desempenho, como no caso de junho, agosto e setembro de 2013, quando a lavanderia apresentou os piores resultados, conforme a Figura 5. Desta forma, é recomendado uma melhora no sistema de flotação, como, por exemplo, o uso de flotação por ar dissolvido (FAD) para otimizar a remoção inicial, além de uma possível aplicação de coagulantes e floculantes específicos, como cloreto férrico ou polímeros, para melhorar a separação dos óleos (Lins, 2010).

Figura 5 - Gráfico dos valores de O&G da Lavanderia 1 após o tratamento



Fonte: Autora (2025)

Por fim, para os SS a Lavanderia 1 obteve sucesso quanto ao cumprimento da eficácia de tratamento, já que em todos os resultados efluentes ao sistema de tratamento, os valores de sólidos sedimentáveis se mantiveram abaixo de 1 mL/L, como exigido pela Resolução n°357/2005, evidenciado na Tabela A1 do apêndice A.

3.1.2 Lavanderia 2

A Lavanderia 2 também contribuiu com dados dos anos de 2012 a 2014, no entanto, com falhas de alguns meses, conforme observado na Tabela A2 do apêndice A. De acordo com a eficiência de tratamento de DBO calculada da lavanderia, contida na Tabela 2, foi observado que apenas 6 dos 18 meses analisados conseguiram cumprir as exigências mínimas do CONAMA. Também é notável que nos meses de novembro de 2012, dezembro de 2013 e março de 2014, houve uma maior carga orgânica após o tratamento, indicando uma necessidade de

averiguação do sistema de tratamento.

Tabela 2 – Eficiência de remoção de DBO da Lavanderia 2 nos anos de 2012 a 2014

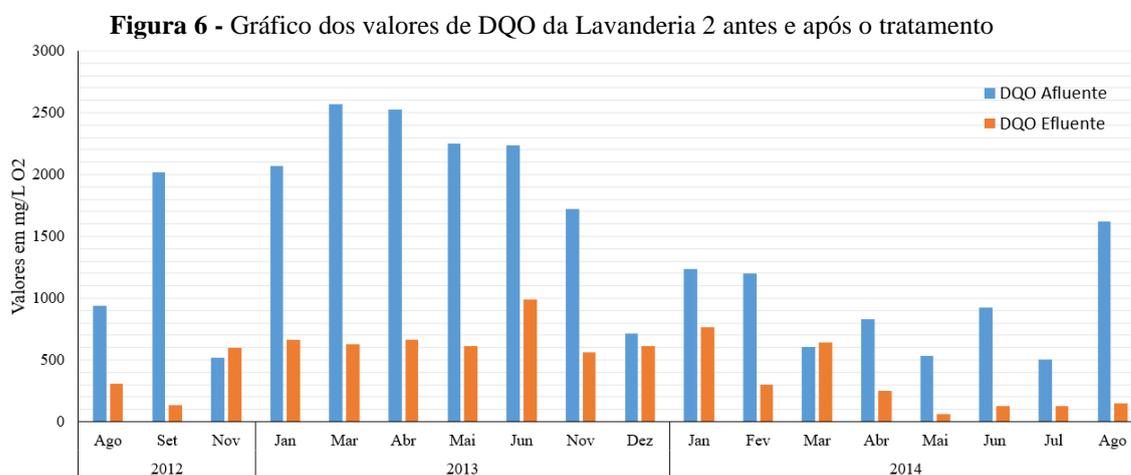
ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO
2012	Agosto	31,18%
2012	Setembro	98,33%
2012	Novembro	-21,41%
2013	Janeiro	56,23%
2013	Março	58,65%
2013	Abril	36,16%
2013	Maio	76,29%
2013	Junho	12,54%
2013	Novembro	27,27%
2013	Dezembro	-2,96%
2014	Janeiro	1,61%
2014	Fevereiro	15,00%
2014	Março	-14,44%
2014	Abril	44,00%
2014	Maio	98,33%
2014	Junho	93,99%
2014	Julho	88,00%
2014	Agosto	98,84%

Fonte: Autora (2025)

Quanto ao DQO, é possível observar na Figura 6 que a lavanderia conseguiu atender ao valor estipulado de remoção segundo a Norma Técnica CPRH nº 2.001/2000, em apenas quatro dos meses analisados, indicando uma necessidade de melhora na correção deste parâmetro.

A presença de uma DQO elevada indica uma quantidade significativa de matéria orgânica e compostos químicos oxidáveis no efluente tratado. Essa condição pode reduzir o oxigênio dissolvido na água, dificultando a sobrevivência da fauna aquática e intensificando processos de eutrofização, que favorecem o crescimento excessivo de algas e microrganismos indesejáveis. Estudos demonstram que níveis elevados de DQO podem causar poluição significativa, pois diminuem o oxigênio disponível para organismos aquáticos, resultando na morte de peixes e outros seres vivos (Silva, 2014). Além disso, compostos orgânicos não totalmente degradados podem gerar resíduos tóxicos, comprometendo a qualidade da água para usos futuros e dificultando seu reuso, além de aumentar os custos para eventuais tratamentos adicionais por parte de concessionárias de abastecimento e saneamento.

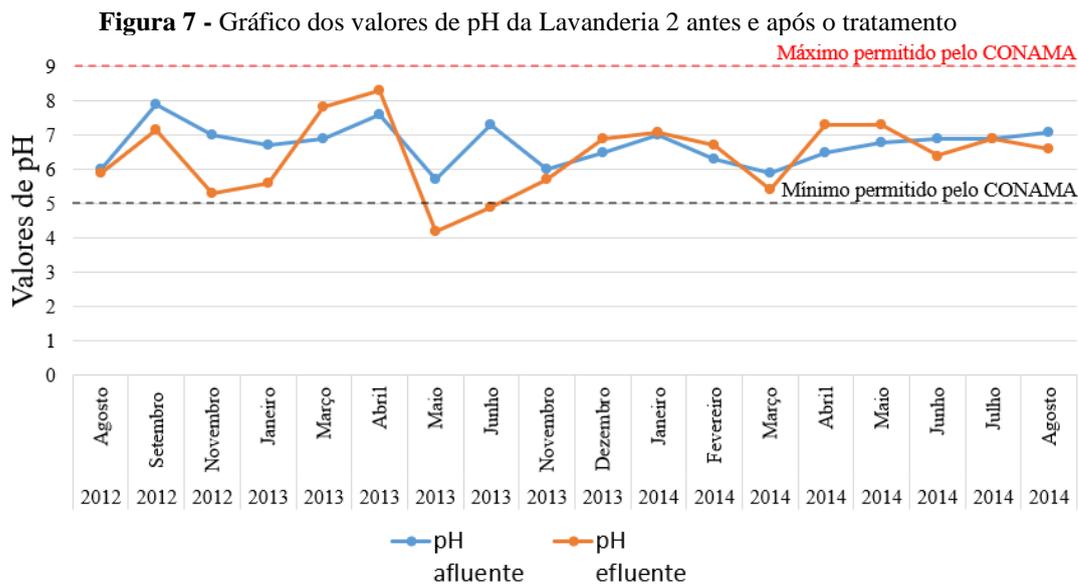
Também é possível observar na Tabela B2 do apêndice B, que as porcentagens de remoção melhoraram no ano de 2014, indicando que o sistema de tratamento responsável pela remoção de DQO apresentou uma melhora em comparação com os anos de 2012 e 2013.



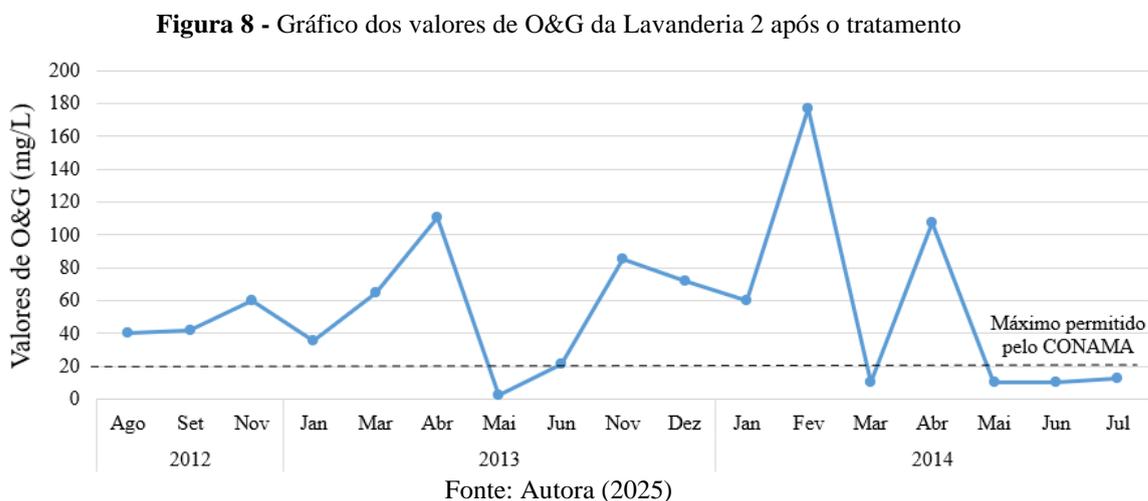
Fonte: Autora (2025)

É importante ressaltar que, nos meses de novembro de 2012 e março de 2014, o efluente final foi medido com valor maior que o efluente anterior ao tratamento, indicando uma falha no sistema que exige uma correção imediata, e um alto índice de poluição agregado à alta carga orgânica gerada.

Quanto aos valores de pH, nos meses de maio e junho de 2013, o pH efluente tratado ainda estava com valores abaixo de 5, apresentado na Figura 7, não atendendo ao exigido pelo CONAMA. Neste período o lançamento dos efluentes no corpo d'água da região pode ter causado impactos negativos significativos no meio aquático, como a morte de organismos aquáticos, a corrosão de estruturas hidráulicas, e em casos mais graves a alteração da solubilidade de metais pesados, tornando-os mais tóxicos. No entanto, nos meses posteriores, dos anos de 2013 e 2014, os valores de pH se mantiveram satisfatórios, indicando uma correção no sistema de tratamento da lavanderia.



Na Figura 8, pode-se observar que foram poucos os meses nos quais o valor máximo de O&G no efluente tratado foi atendido, deixando explícita a necessidade de melhorar o tratamento. No entanto, nos três últimos meses em que os dados foram obtidos, foi notada uma redução nos valores efluentes deste parâmetro, o que pode indicar uma possível constância para os meses posteriores, mostrando uma melhoria no sistema de tratamento.



Por fim, os SS atingiram os valores corretos segundo o CONAMA, onde em todos os meses analisados os dados não ultrapassaram o valor de 1 mL/L, mantendo-se sempre em 0,1 mL/L, como pode ser visto na Tabela A2 do apêndice A.

3.1.3 Lavanderia 3

Os dados de coleta da Lavanderia 3 foram constantes para o ano de 2012, porém, para os anos de 2013 e 2014, houve um desfalque na obtenção dos valores dos parâmetros, onde apenas quatro e cinco meses foram coletados de cada ano, respectivamente, como pode ser visto na Tabela A3 do apêndice A.

Na Tabela 3, é possível observar que a eficiência se manteve abaixo de 60% em mais da metade dos meses analisados, comprovando que não houve um bom despejo de água residual, já que ela não atingiu a eficiência mínima de remoção de DBO necessária, além de apresentar eficiência negativa em dois dos meses analisados, ilustrando uma falha grande no tratamento.

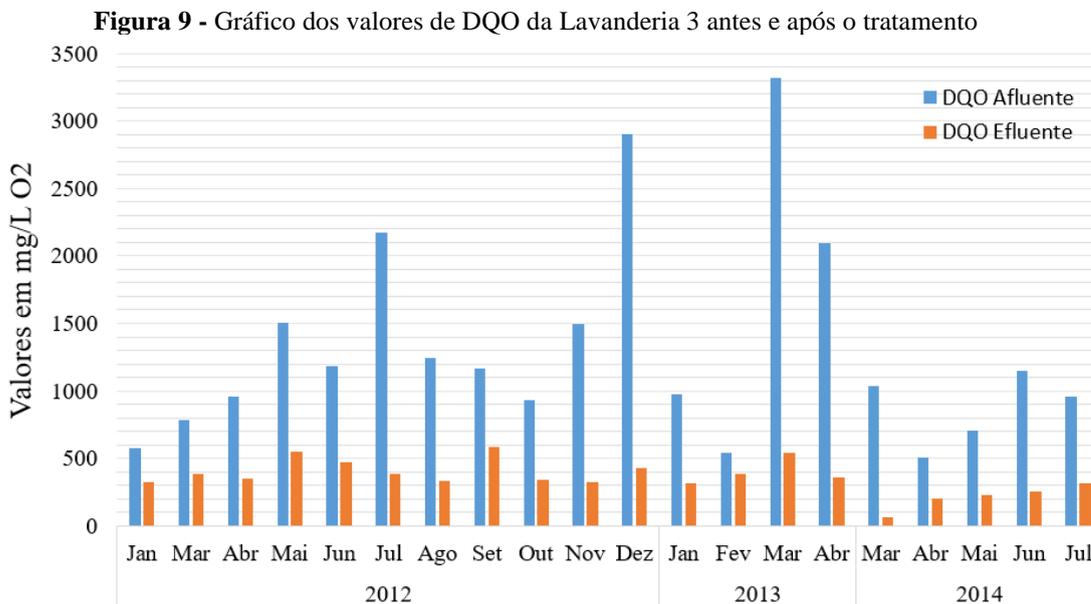
Tabela 3 – Eficiência de remoção de DBO da Lavanderia 3 nos anos de 2012 a 2014

ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO
2012	Janeiro	22,13%
2012	Março	34,81%
2012	Abril	72,32%
2012	Mai	65,00%
2012	Junho	46,73%
2012	Julho	62,37%
2012	Agosto	44,13%
2012	Setembro	2,74%
2012	Outubro	59,06%
2012	Novembro	57,21%
2012	Dezembro	76,64%
2013	Janeiro	32,05%
2013	Fevereiro	-18,39%
2013	Março	66,96%
2013	Abril	74,90%
2014	Março	85,34%
2014	Abril	-40,63%
2014	Mai	43,62%
2014	Junho	80,12%
2014	Julho	82,61%

Fonte: Autora (2025)

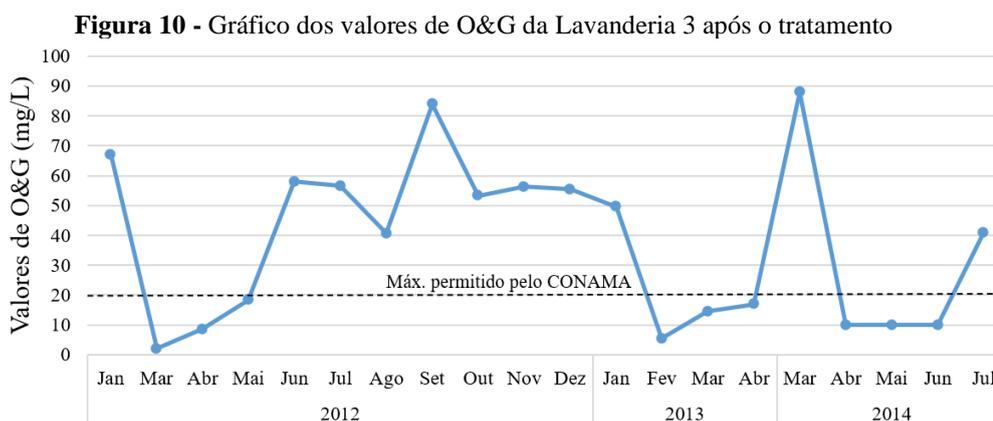
No quesito DQO, a lavanderia atendeu aos padrões da CPRH em apenas cinco dos meses

analisados, como ilustrado na Tabela B3 do apêndice B. Conforme mostrado na Figura 9, os valores de DQO do efluente tratado ainda se mantiveram altos com números próximos de 500 mg/L O₂, com exceção somente do mês de março de 2014, quando a Lavanderia 3 demonstrou uma eficiência de remoção de DQO satisfatória de 64 mg/L O₂.



Fonte: Autora (2025)

Para os O&G, a Lavanderia 3 obteve sucesso no tratamento em apenas três meses de cada ano avaliado, como observado na Figura 10, porém, como há um grande desfalque de dados para os últimos dois anos, é compreensível chegar à conclusão que os dados de 2013 e 2014 não são plenamente confiáveis, já que os meses faltantes podem indicar valores superiores ao exigido pelo CONAMA. Deste modo, é seguro afirmar que a lavanderia não é eficiente quanto à remoção deste parâmetro, sendo necessário rever a etapa do sistema de tratamento responsável pela remoção de O&G.



Fonte: Autora (2025)

Para os parâmetros de pH e SS, a Lavanderia 3 atendeu a todas as exigências do CONAMA, como pode ser observado na Tabela A3 do apêndice A.

3.1.4 Lavanderia 4

A Lavanderia 4 forneceu uma boa base de dados para os três anos analisados, como é possível verificar na Tabela A4 do apêndice A, apresentando a melhor base de análise dentre as lavanderias estudadas.

Dentre os vinte e nove meses de dados, a Lavanderia 4 demonstrou uma falha no tratamento de DBO em apenas nove meses estudados, conforme a Tabela 4, demonstrando que apesar de não ter a eficiência perfeita e constante, ela busca assiduamente atender aos valores exigidos pelo CONAMA, de maneira a desenvolver o tratamento de forma mais eficiente nos meses posteriores.

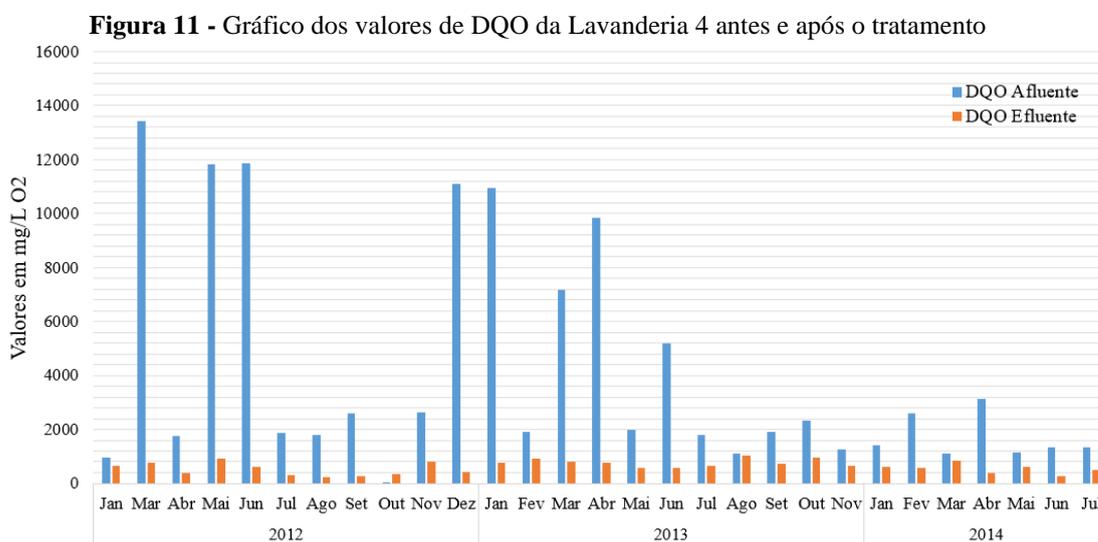
Tabela 4 – Eficiência de remoção de DBO da Lavanderia 4 nos anos de 2012 a 2014

ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO
2012	Janeiro	5,60%
2012	Março	89,24%
2012	Abril	75,62%
2012	Maio	59,75%
2012	Junho	77,73%
2012	Julho	84,00%
2012	Agosto	85,46%
2012	Setembro	74,95%
2012	Outubro	62,19%
2012	Novembro	28,18%
2012	Dezembro	85,02%
2013	Janeiro	71,04%
2013	Fevereiro	89,39%
2013	Março	66,74%
2013	Abril	47,09%
2013	Maio	25,77%
2013	Junho	85,37%
2013	Julho	65,00%
2013	Agosto	39,80%
2013	Setembro	63,39%
2013	Outubro	49,77%

2013	Novembro	45,75%
2014	Janeiro	41,07%
2014	Fevereiro	78,18%
2014	Março	50,00%
2014	Abril	90,24%
2014	Mai	61,23%
2014	Junho	92,94%
2014	Julho	82,00%

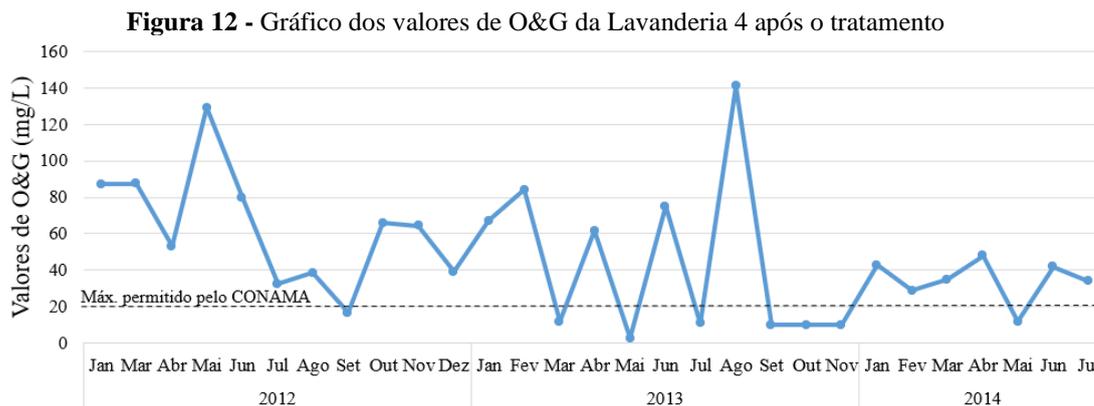
Fonte: Autora (2025)

A Lavanderia 4 também apresenta o mesmo desempenho quanto à remoção de DQO, pois, como observado na Figura 11, os valores do efluente bruto atingem números exorbitantes, fazendo com que a porcentagem de remoção de DQO seja altamente satisfatório para a CPRH, como observado na Tabela B4 do apêndice B. Porém os efluentes tratados ainda atingem altos valores como o de 1455 mg/L O₂ de agosto de 2013, demonstrando que apesar da maior eficiência de remoção, a Lavanderia 4 ainda lançou efluente com cargas orgânicas maiores nos corpos receptores do que as lavanderias 2 e 3, que tiveram uma porcentagem de remoção de DQO inferior.



Fonte: Autora (2025)

Quanto ao desempenho de O&G, a Lavanderia 4 foi pouco eficiente no tratamento, conseguindo atingir um valor final aceitável em apenas oito meses durante todos os três anos, como ilustrado na Figura 12.



Fonte: Autora (2025)

Assim como a Lavanderia 3, a Lavanderia 4 conseguiu cumprir com a resolução do CONAMA para os parâmetros de pH e SS, como observado na Tabela A4 do apêndice A, comprovando que, para o cumprimento destes parâmetros, a lavanderia obteve sucesso.

3.1.5 Lavanderia 5

A Lavanderia 5 contribuiu com informações de apenas quatro meses de cada ano estudado, como exposto na Tabela A5 do apêndice A, comprometendo a análise exata do estudo. No entanto, nos meses analisados, é possível observar que a lavanderia não atingiu 60% de eficiência de remoção de DBO em mais da metade deles, comprovando um tratamento ineficiente, conforme a Tabela 5. Também é possível observar que em três meses o valor de eficiência não apenas ficou abaixo do indicado pelo CONAMA, como também atingiu números negativos.

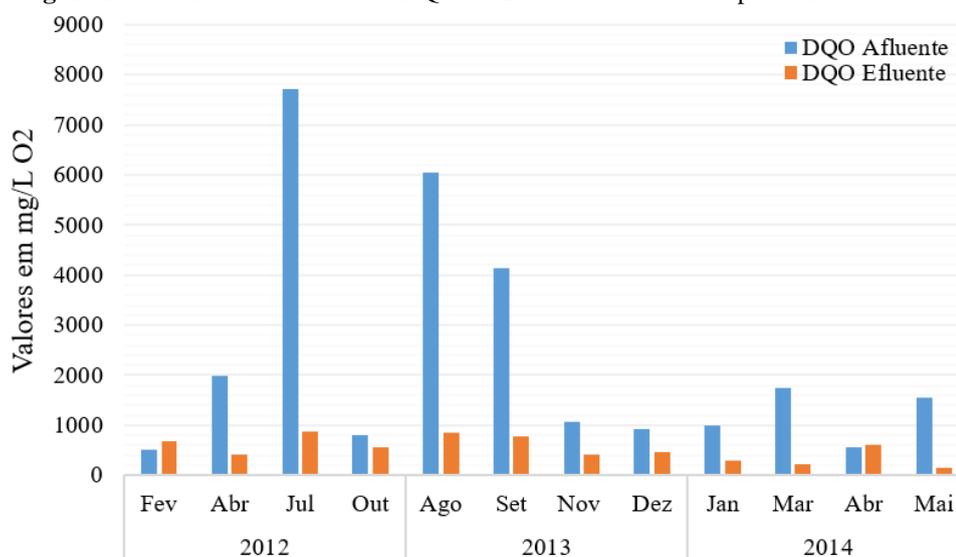
Tabela 5 – Eficiência de remoção de DBO da Lavanderia 5 nos anos de 2012 a 2014

ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO
2012	Fevereiro	-8,56%
2012	Abril	77,44%
2012	Julho	43,86%
2012	Outubro	-15,51%
2013	Agosto	84,13%
2013	Setembro	97,08%
2013	Novembro	63,27%
2013	Dezembro	56,90%
2014	Janeiro	90,88%
2014	Março	90,22%
2014	Abril	-72,70%
2014	Maio	96,60%

Fonte: Autora (2025)

Para o DQO, a Lavanderia 5 demonstrou um desempenho oscilante, na qual em metade dos meses não sequencialmente, ela apresentou resultados compatíveis com a Norma Técnica da CPRH, como evidente na Tabela B4 do apêndice B. No entanto, é notável pela Figura 13, que no mês de fevereiro de 2012, o DQO afluente ao tratamento obteve números maiores que o DQO efluente, demonstrando falha no processo.

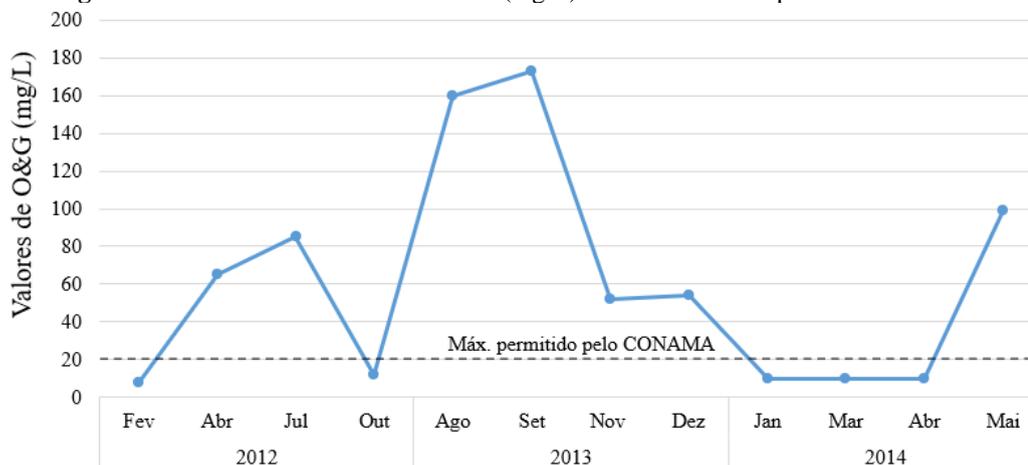
Figura 13 - Gráfico dos valores de DQO da Lavanderia 5 antes e após o tratamento



Fonte: Autora (2025)

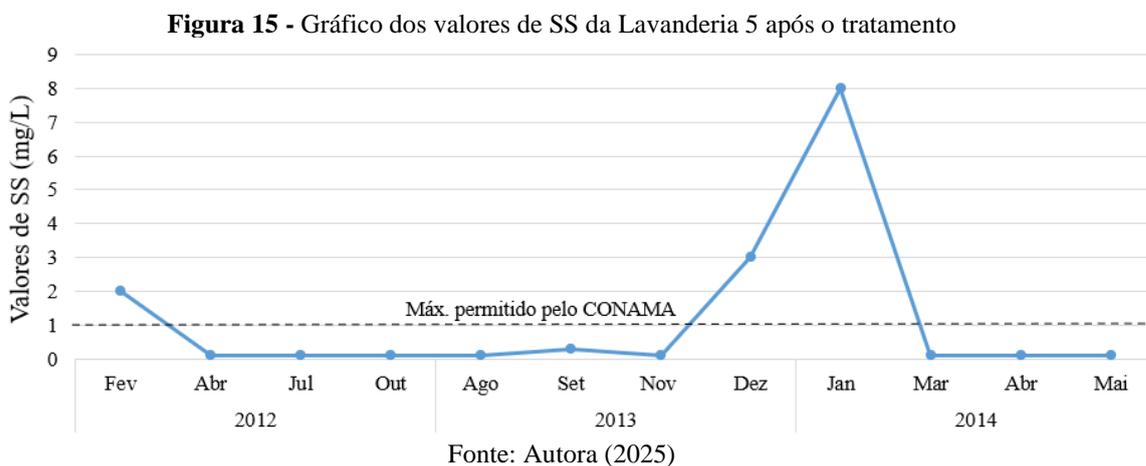
Para O&G, a lavanderia aparentou uma constante melhora em seus valores de efluente tratado durante o ano de 2014, com exceção do mês de maio, onde houve uma diminuição na efetividade do tratamento, como observado na Figura 14.

Figura 14 - Gráfico dos valores de O&G (mg/L) da Lavanderia 5 após o tratamento



Fonte: Autora (2025)

A presença de SS de até 8 mg/L, como visto na Figura 15, em efluentes tratados de lavanderias pode causar impactos negativos no corpo d'água receptor, como o assoreamento do leito dos rios reduz sua profundidade, comprometendo o fluxo natural da água. Além disso, os sólidos em suspensão podem atuar como vetores de contaminantes, como metais pesados e compostos orgânicos, afetando negativamente a qualidade da água e a biota aquática. A presença desses sólidos aumenta a turbidez da água, dificultando a penetração da luz solar e prejudica a fotossíntese de organismos aquáticos, resultando em desequilíbrios ecológicos no ecossistema aquático. Esses efeitos são amplamente discutidos em estudos recentes sobre qualidade da água e impactos antrópicos em corpos hídricos continentais (Mansano et al., 2021).



Por fim, como observado na Tabela A5 do apêndice A, os valores de pH se mantiveram dentro do esperado pela resolução do CONAMA, demonstrando um bom tratamento por parte da lavanderia.

3.2 Comparação dos parâmetros entre as lavanderias

Dentre as lavanderias, a Lavanderia 4 e a Lavanderia 1 foram as mais colaborativas na disposição dos dados de análise, fazendo com que os resultados sejam mais confiáveis para as duas, em comparação com as três lavanderias restantes.

É interessante ressaltar que a Resolução n° 430 do CONAMA entrou em vigor em maio de 2011, dando às estações de tratamento um período de três anos para se adequar aos valores exigidos, desta forma todas as lavanderias deveriam atingir os padrões do CONAMA no último ano da análise dos dados, presentes nas Tabelas do apêndice A.

Todas as lavanderias estudadas atingiram os valores necessários de pH no efluente tratado, como exigido a Resolução n° 430 do CONAMA, com exceção da Lavanderia 2, como foi observado na Figura 7, no entanto, mesmo não atingindo o valor exigido em dois meses de 2013, até o final de 2014 a lavanderia se mostrou eficaz quanto ao tratamento, concluindo que a média de tratamento para pH funciona bem em todas as lavanderias estudadas.

Quanto à análise de DBO, todas as lavanderias se mostraram inconstantes no tocante à eficiência mínima de 60% exigida, porém no ano de 2014 todas apresentaram uma melhora nos últimos meses analisados, demonstrando uma busca por atender a Resolução n° 430 do CONAMA no limite do prazo de adequação estipulado. Também é notável que com exceção da Lavanderia 4, todas apresentaram em algum momento uma eficiência de DBO negativa indicando que houve um aumento da carga orgânica depois do tratamento, sugerindo anomalias operacionais, como contaminação cruzada, aparentes devido a vazamentos, erros no processo biológico ou devido a produtos de limpeza, agravando a poluição do rio de despejo do afluente. A correção exige uma auditoria de fiscalização e averiguação do sistema, onde é visualizado se há vazamentos, e formas de otimizar os parâmetros, seja por ajuste nos tempos de retenção e aeração, ou por substituição dos insumos que trazem problemas.

A lavanderia que apresentou o melhor desempenho nos dados de DQO do efluente tratado, segundo a normativa n° 2.001/2000 da CPRH foi a Lavanderia 2, que apesar de inconstante com a porcentagem de remoção, apresentou conformidade com mais frequência no ano de 2014. Em contraponto, a Lavanderia 1 foi a que obteve pior desempenho, não atingindo o valor exigido pela portaria da CPRH a partir de fevereiro do ano de 2014. As lavanderias 3 e 5, apesar de um baixo cumprimento da norma para valores de DQO, apresentaram uma significativa melhora a partir de 2014, indicando uma crescente tentativa de adequação dos afluentes para entrar conforme a norma.

No caso da Lavanderia 4, ela teve boa quantidade de resultados acima dos 80% requeridos pela CPRH, no entanto, isso se deve ao alto teor de DQO que adentravam a estação de tratamento, ou seja, mesmo com uma alta porcentagem de remoção, o valor final em mg/L O₂ ainda eram bem elevados em comparação as outras quatro lavanderias. Desta forma, é notável a necessidade de um meio mais eficaz para dimensionar o grau de tratamento dos parâmetros que atendem a remoção de DQO e DBO, para que além da porcentagem de remoção, também sejam avaliados segundo as unidades de medida, para garantir que os efluentes de indústrias sigam o mesmo padrão de valor mínimo em mg/L O₂, otimizando assim, o cuidado ambiental com os corpos hídricos receptores.

Já conforme os valores de O&G, é notável que nenhuma das lavanderias analisadas

obtiveram resultados satisfatórios, o que é um indicativo do quanto o rio Ipojuca sofre com contaminação deste poluente, cuja retirada é tão importante devido aos seus altos índices nas lavanderias industriais e de beneficiamento de jeans. No entanto, é possível observar pelas Figuras 8, 10 e 14 que as lavanderias 2, 3 e 5 apresentaram uma melhora significativa nos últimos meses de análise de 2014, deixando explícito a possibilidade de aprimoramento futuro no desempenho do tratamento.

O tratamento físico de separação de SS se provou eficaz em todas as lavanderias estudadas, como demonstrado nas tabelas do apêndice A. Somente na Lavanderia 5 foi apresentada uma não conformidade dos valores, porém, ao observar a Figura 15, podemos deduzir que o problema foi solucionado, devido aos últimos meses de 2014, onde a lavanderia apresentou um bom tratamento.

3.3 Soluções propostas para melhora do tratamento dos parâmetros indicadores

O Rio Ipojuca, localizado na área das lavanderias analisadas, tem sido alvo de diversos estudos devido à sua degradação ambiental. A bacia hidrográfica desse rio, que corta municípios como Caruaru e outros da região do Agreste, sofre com despejos inadequados de efluentes industriais e domésticos (Silva *et al.*, 2022). A presença intensa de lavanderias industriais na região é um fator preocupante, pois seus efluentes, quando não tratados de maneira eficiente, agravam a poluição hídrica. Sendo assim, a implementação de um tratamento eficaz para esses afluentes é essencial para minimizar os impactos ambientais e garantir um uso sustentável dos recursos hídricos na região (Andrade *et al.*, 2024).

A elevada DBO nos efluentes das lavanderias pode ser atribuída ao excesso de matéria orgânica presente nos produtos químicos utilizados na lavagem de tecidos, como surfactantes e amaciantes. Quando lançados no meio ambiente sem tratamento adequado, estes compostos promovem a proliferação de microrganismos aeróbicos, reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido na água e comprometendo a vida aquática. Para mitigar esse problema, recomenda-se implementar um sistema de tratamento biológico eficiente, como reatores de lodo ativado ou biofiltros aeróbios, que promovem a degradação da matéria orgânica antes do descarte final. (Lins, 2010)

A DQO elevada está associada à presença de substâncias químicas recalcitrantes, como corantes sintéticos. Esses compostos dificultam o tratamento convencional e podem persistir no ambiente por longos períodos. A solução mais viável para esse problema envolve a adoção de processos avançados de oxidação, como ozonização ou fotocatalise, que conseguem degradar

esses poluentes eficientemente, tornando-os menos tóxicos e mais suscetíveis à decomposição biológica.

Os SS nos efluentes de lavanderias industriais incluem partículas de sujeira, fibras de tecido e resíduos de produtos químicos. Quando não removidos adequadamente, esses sólidos podem causar turbidez na água e obstrução nos sistemas de tratamento. A ineficiência na remoção geralmente decorre da ausência de processos de separação física eficazes. Para melhorar esse parâmetro, é indicado envolver a utilização de FAD ou sedimentação química, que permitem a remoção eficiente dos sólidos antes do descarte dos efluentes no meio ambiente (Lins, 2010).

A presença de O&G nos efluentes das lavanderias se deve principalmente ao uso de produtos impermeabilizantes e substâncias oleosas em tecidos industriais. Esses compostos dificultam a oxigenação da água e podem formar películas sobre a superfície dos corpos hídricos, prejudicando a fauna aquática. A falha na remoção de O&G ocorre frequentemente pela ausência de sistemas de separação apropriados. Para melhorar o tratamento, neste caso, é indicado a instalação de caixas separadoras de gordura e o uso de processos de flotação ou adsorção com carvão ativado, que permitem a retenção eficiente desses contaminantes (Campos, 2022).

O controle adequado do pH nos efluentes de lavanderias industriais é fundamental para prevenir impactos ambientais adversos. Variações extremas de pH podem resultar do uso excessivo de produtos alcalinos, como alvejantes e detergentes, ou ácidos, como neutralizantes químicos. A falta de controle preciso na dosagem desses produtos químicos pode comprometer a eficiência do tratamento dos efluentes. A implementação de sistemas automáticos de neutralização, que ajustam o pH do efluente em tempo real antes do descarte, é uma solução eficaz para garantir que os efluentes atendam aos padrões ambientais exigidos. Estudos destacam a importância de monitorar e ajustar o pH dos efluentes para assegurar a conformidade com as regulamentações ambientais e minimizar os impactos negativos nos corpos hídricos receptores (Gomes, 2020).

4 CONCLUSÃO

Diante da análise dos dados apresentados, é possível concluir que o estudo realizado aborda de maneira detalhada os aspectos fundamentais relacionados aos parâmetros obtidos dos sistemas de tratamento de efluentes das cinco lavanderias. O trabalho descreve com clareza os parâmetros físico-químicos e biológicos avaliados, evidenciando a preocupação ambiental com o atendimento aos limites estabelecidos pelas normas ambientais vigentes. Os resultados

obtidos nas análises laboratoriais fornecidos pelas lavanderias revelam que as mesmas possuem um desempenho significativo em parte da remoção de poluentes, apresentando dificuldade de atingir os índices da Resolução n° 430 do CONAMA e da Norma Técnica n° 2.001/2000 da CPRH.

Os resultados de DQO e DBO apresentaram valores que demonstram a eficiência parcial do sistema em remover matéria orgânica do efluente. Embora haja redução considerável dos valores de DQO e DBO após o tratamento, em alguns momentos os resultados ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação, indicando a necessidade de ajustes operacionais ou implantação de etapas complementares para melhora do efluente. Esses valores de eficiência destacam a importância de monitoramento contínuo e de ações corretivas pontuais para garantir a regularidade dos parâmetros.

Outro ponto relevante identificado foi o comportamento dos sólidos sedimentáveis, que apresentaram redução significativa após a passagem pelo sistema de tratamento. Os dados evidenciam que a remoção de sólidos é eficiente, sendo um indicativo positivo da capacidade do sistema em reter partículas que podem comprometer a qualidade final do efluente tratado.

Além disso, os parâmetros relacionados ao pH, se mantiveram nos padrões aceitáveis durante quase todas as amostragens. Estes fatores são fundamentais não somente para o cumprimento da legislação, mas também para garantir o adequado funcionamento dos processos biológicos no sistema de tratamento. Os dados reforçam a estabilidade do sistema em relação ao pH, demonstrando um bom controle operacional por parte dos responsáveis pela estação de tratamento

Recomenda-se que as lavanderias implementem um sistema de auditorias periódicas, com o objetivo de realizar um acompanhamento eficaz e detalhado dos parâmetros de qualidade e da operação dos processos adotados. A realização dessas auditorias contribui significativamente para a identificação de falhas, bem como para a proposição de melhorias contínuas nos sistemas de tratamento e na gestão ambiental. Além disso, é importante que essas empresas invistam na capacitação técnica de seus operadores, promovendo treinamentos regulares, a fim de garantir que todos os colaboradores estejam devidamente preparados para operar os sistemas com eficiência, e em conformidade com as normas ambientais vigentes.

Conclui-se, então, que o sistema de tratamento analisado apresenta um desempenho satisfatório em vários aspectos, especialmente na remoção de sólidos e na manutenção dos parâmetros físico-químicos básicos. No entanto, os resultados relacionados à DQO, DBO e O&G indicam a necessidade de investimentos em melhorias, seja por meio da otimização dos processos existentes, ou pela implantação de tecnologias complementares. Evidencia-se, por

fim, a importância do controle constante dos parâmetros de qualidade e da realização de manutenções preventivas e corretivas, visando sempre a proteção ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. F.; SILVA, A. C. G.; LIMA, J. R. S. Impactos ambientais causados por efluentes provenientes de lavanderias: uma análise sob a ótica dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Revista BIOMAS - Biodiversidade, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 30-45, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.13328884. Disponível em: <https://revistas.ifpe.edu.br/biomass/article/view/510>. Acesso em: 29 mar. 2025.
- ARAÚJO, J. G. S.; SILVA, A. F.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS, A.; COSTA, V. S. O. Impactos ambientais em trecho do Rio Ipojuca nas proximidades da tradicional Feira de Caruaru-PE. In: **ANAIS DE CONFERÊNCIA**, 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/375592918>. Acesso em: 29 mar. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2011. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-430-de-13-de-maio-de-2011/at_download/file. Acesso em: 25 mar. 2025.
- BUSS, M. V.; RIBEIRO, E. F.; SCHNEIDER, I. A. H.; MENEZES, J. C. S. S. Tratamento dos efluentes de uma lavanderia industrial: avaliação da capacidade de diferentes processos de tratamento. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 2, n. 1, p. 2-10, 2015. DOI: 10.18256/2358-6508/rec-imedv2n1p2-10. Disponível em: <https://seer.atitus.edu.br/index.php/revistaec/article/view/777>. Acesso em: 29 mar. 2025.
- CAMPOS, J. G. C. Pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio via flotação por ar dissolvido e adsorção para remoção de nitrogênio e fósforo de esgoto sanitário. 2022. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31439>. Acesso em: 29 mar. 2025.
- AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE PERNAMBUCO (CPRH). Relatório Anual de Qualidade da Água do Rio Ipojuca. Recife, 2022. Disponível em: https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2024/07/relatorio_de_monitoramento_da_qualidade_da_agua___2020_2022-1.pdf. Acesso em: 29 mar. 2025.
- FERREIRA, I. T. R.; MARQUES, R. F. P. V.; RODRIGUES, L. S. TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS DE UMA FÁBRICA PET FOOD. **Revista Brasileira de**

Geografia Física, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 608–625, 2024. DOI: 10.26848/rbgf.v17.1.p608-625. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/258098>. Acesso em: 5 abr. 2025.

FRANÇA, A. A. C.; MOITA NETO, J. M.; RIOS, M. A. S.; PEREIRA, A. D.; LIRA, M. A. T.; MARTINS, L. M.; MATOS, J. M. E.; SÁ, J. L. S.; SILVA, C. E. Degradação de efluente têxtil sintético utilizando os processos oxidativos avançados foto-fenton artificial e foto-fenton solar. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 2, p. 335-346, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/72102>. Acesso em: 29 mar. 2025.

GOMES, A. Estimativa da demanda hídrica e potencial de reuso de efluentes em uma indústria de laticínios. 2020. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal Goiano**, Rio Verde, 2020. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2441/1/tcc_Ang%C3%A9lica%20Gomes.pdf. Acesso em: 2 mar. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. A falta de acesso à água potável atinge 33 milhões de pessoas no Brasil. Agência Brasil, 22 mar. 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-03/falta-de-acesso-agua-potavel-atinge-33-milhoes-de-pessoas-no-brasil>. Acesso em: 24 mar. 2025.

LEITE, B. O. Reuso de água cinza residencial: um estudo de caso. 2024. 47 f. Trabalho de **Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Tocantins**, Porto Nacional, 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/7176>. Acesso em: 5 abr. 2025.

LINS, G. A. Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgoto. **Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)**, 2010. Disponível em: <https://www.repositorio.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli491.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MENEZES, J. C. S. S. Tratamento e reciclagem do efluente de uma lavanderia industrial. 2005. **Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)**, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/6228>. Acesso em: 29 mar. 2025.

MANSANO, A. S.; BONFIM, T. R.; GONÇALVES, M. A. et al. Avaliação da qualidade da água e dos sedimentos em um reservatório urbano tropical. **Revista Ambiente & Água**, v. 16, n. 2, 2021. DOI:10.4136/ambi-agua.2717. Disponível em: <https://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/2344>

PEREIRA, P. D. M.; PONTES, W. O.; SILVA, A. C. G.; SILVA, M. D. F. Análise físico-química do rio Ipojuca e dos efluentes lançados pelas lavanderias e tinturarias do município de Caruaru: uma visão sustentável. **Revista BIOMAS - Biodiversidade, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 1, n. 1, p. 38-50, 2023. Disponível em: <https://zenodo.org/records/8407926>. Acesso em: 25 mar. 2025.

RAMOS, M. D. N.; CLÁUDIO, C. C.; REZENDE, P. H. V.; SANTOS, L. A.; CABRAL, L. P.; MESQUITA, P. L.; AGUIAR, A. Análise crítica das características de efluentes industriais do setor têxtil no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 4, p. 1000-1018, 2020. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/3696>. Acesso em: 01 abr. 2025.

RAMPELOTTO, G. Tratamento de águas de uma lavanderia industrial por flotação-filtração. **Tese de Doutorado — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020.** Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/22215>. Acesso em: 25 maio 2025.

SILVA, M. M. V. Aplicação de ultrafiltração e osmose reversa para reúso de efluente terciário como pré-tratamento na produção de água desmineralizada em indústria de papel e celulose. 2022. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química)** — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31217>. Acesso em: 25 maio 2025.

SILVA, R. P. T. Flotação por ar dissolvido no pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios utilizando cloreto férrico e tanino vegetal. 2014. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.** Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/21687>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SILVA F, A. R. A.; DUARTE, A. D.; PEDROSA, T. D.; SILVA, G. L.; PESSÔA, S. G. S. Análise da importância do reúso da água em lavanderias de beneficiamento de jeans. *Research, Society and Development*, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.14402>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14402>. Acesso em: 3 abr. 2025.

APÊNDICE A - DADOS DAS LAVANDERIAS PARA TODOS OS PARÂMETROS ESTUDADOS

Tabela A1 – Dados dos parâmetros de pH, DQO, DBO, SS e O&G afluentes e efluentes ao tratamento da Lavanderia 1

Ano	mês	pH afluente	pH efluente	DQO	DQO	DBO	DBO	SS afluente (mL/L)	SS efluente (mL/L)	O&G afluente (mg/L)	O&G efluente (mg/L)
				afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)				
2012	Janeiro	6,61	6,99	1.737,50	386,25	474,44	210,16	590	0,1	207,6	63,8
2012	Março	6,31	7,11	669,9	380	398	225,5	300	0,1	254	72,66
2012	Abril	6,52	7,03	1.372,50	344	370,47	106,25	887,5	0,1	351,45	54,5
2012	Maiο	6,82	6,79	4.335,40	522,5	900	195,55	2.398,00	0,1	293	16,2
2012	Junho	6,2	5,77	2.012,90	588,38	458,33	373,33	1.040,00	0,1	156,99	55,2
2012	Julho	6,65	6,66	1.875,00	431,1	438,88	280	80	0,1	167	36,6
2012	Agosto	6,07	7,02	7.462,50	558,75	1.077,30	230	500	0,1	439,5	43
2012	Setembro	6,73	7,16	1.650,00	450	330,9	181,73	60	0,1	189	45,33
2012	Outubro	6,69	6,7	775,79	370,69	171,66	15,55	54	0,1	102	48
2012	Novembro	7,24	6,77	798,75	641,25	124,53	197,73	30	0,1	77,5	20,65
2012	Dezembro	6,4	7	2.096,10	455,7	523,3	106,8	100	0,1	220	21,6
2013	Janeiro	6,7	7,3	975,4	332,9	260,4	63,3	350	0,1	123,1	27,5
2013	Março	6,6	6,9	2.815,30	356,1	550	96	100	0,1	43,5	2,1
2013	Abril	6,5	6,5	3.730,70	566,6	565,55	160	180	0,1	272,66	69,7
2013	Maiο	6,49	6,48	2.753,10	516,4	670	286,6	550	0,1	17	10
2013	Junho	7	6,5	2.848,00	419	101	53	61	0,1	309	128
2013	Julho	7,3	7,3	824	299	315	71	-	0,1	-	10
2013	Agosto	6,2	6	848	452	245	180	-	0,1	-	128
2013	Setembro	6,7	6,1	904	612	321	236	-	0,7	-	135
2013	Outubro	1,9	6,4	4.480,00	394	4.095,00	87	-	0,1	-	111
2013	Novembro	6,1	6,3	604	358	393	157	-	0,1	-	10
2013	Dezembro	7	7,3	3.560,00	346	575	74	-	0,1	-	61
2014	Janeiro	8,2	7,1	1.024,00	187	196	20	-	0,1	-	68
2014	Fevereiro	7	6,8	644	261	73	30	-	0,1	-	70
2014	Março	8	7	836	452	300	180	-	0,1	-	34
2014	Abril	6,5	6,8	622	452	85	60	-	0,1	-	34
2014	Maiο	6,7	7,3	2.040,00	496	570	177	-	0,1	-	47
2014	Junho	6,9	7,1	732	232	213	10	-	0,1	-	10
2014	Julho	6,8	7,1	772	330	350	70	-	0,1	-	33

Fonte: Autora (2025)

Tabela A2 – Dados dos parâmetros de pH, DQO, DBO, SS e O&G afluentes e efluentes ao tratamento da Lavanderia 2

Ano	mês	pH		DQO		DBO		SS		O&G	
		afluente	efluente	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mL/L)	efluente (mL/L)	afluente (mg/L)	efluente (mg/L)
2012	Agosto	6	5,9	937,5	311,2	178,3	122,7	62	0,1	72,6	40,2
2012	Setembro	7,91	7,15	2020	136	840	14	6	0,1	76	41,65
2012	Novembro	7	5,3	515	600	246,1	298,8	20	0,1	82	60,2
2013	Janeiro	6,7	5,6	2070	660	543,1	237,7	25	0,1	150	35,6
2013	Março	6,9	7,84	2570,2	627	798	330	64	0,1	201,5	64,66
2013	Abril	7,6	8,3	2523	661,5	716,6	457,5	43	0,1	146	110,5
2013	Maior	5,7	4,2	2248,1	611,3	1062	251,8	30	0,1	38,3	2,2
2013	Junho	7,3	4,9	2234	989	311	272	21	0,1	13	21,5
2013	Novembro	6	5,7	1720	564	275	200	46	0,1	152	85
2013	Dezembro	6,5	6,9	712	612	169	174	0,2	0,1	99	72
2014	Janeiro	7	7,1	1236	768	311	306	-	0,1	-	60
2014	Fevereiro	6,3	6,7	1200	304	200	170	-	0,1	-	177
2014	Março	5,9	5,4	609	644	270	309	-	0,1	-	10
2014	Abril	6,5	7,3	832	247	125	70	-	0,1	-	107
2014	Maior	6,8	7,3	534	60	239	4	-	0,1	-	10
2014	Junho	6,9	6,4	924	129	333	20	-	0,1	-	10
2014	Julho	6,9	6,9	502	127	125	15	-	0,1	-	13
2014	Agosto	7,1	6,6	1620	152	1298	15	-	0,1	-	-

Fonte: Autora (2025)

Tabela A3 – Dados dos parâmetros de pH, DQO, DBO, SS e O&G afluentes e efluentes ao tratamento da Lavanderia 3

Ano	mês	pH		DQO		DBO		SS		O&G	
		afluente	efluente	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mL/L)	efluente (mL/L)	afluente (mg/L)	efluente (mg/L)
2012	Janeiro	7,4	7,58	577,5	326,2	270	210,26	472	1	154	67
2012	Março	6,46	7,15	783,75	382,5	436,65	284,66	380	0,1	57	2,1
2012	Abril	6,62	7,03	960	348,38	330,82	91,58	14	0,1	234,99	8,5
2012	Maio	6,74	7,27	1501,9	545,7	400	140	20	0,1	107	18,4
2012	Junho	6,57	7,03	1185	472,5	400	213,1	30	0,1	155	58
2012	Julho	6,94	7,27	2175	380	477,77	179,78	500	0,1	102	56,65
2012	Agosto	7,01	7,3	1245	328	214,8	120	56	0,1	110	40,6
2012	Setembro	7,18	7,9	1162,5	585	183,25	178,22	21	0,1	209,5	84
2012	Outubro	7,15	7,49	929,29	340	296,16	121,25	35	0,1	98	53,25
2012	Novembro	7,13	7,15	1500	320	304,76	130,41	30	0,1	106,4	56,2
2012	Dezembro	7,8	7,8	2901,2	425,3	535	125	150	0,1	208	55,5
2013	Janeiro	7,3	7,2	975,4	309,9	161,6	109,8	64	0,1	124	49,6
2013	Fevereiro	7,5	7,8	543,7	380	150,1	177,7	1,3	0,1	25,7	5,5
2013	Março	6,7	7,4	3323	538,4	622,2	205,6	63	0,1	138,5	14,5
2013	Abril	5,8	6,8	2096,2	360,7	513,2	128,8	48	0,1	20	17
2014	Março	7,3	7,2	1036	64	341	50	-	0,1	-	88
2014	Abril	6,9	7,6	504	203	64	90	-	0,1	-	10
2014	Maio	7,9	8,2	706	230	94	53	-	0,1	-	10
2014	Junho	7,3	7,5	1152	251	337	67	-	0,1	-	10
2014	Julho	7,4	8,1	960	314,8	230	40	-	0,1	-	41

Fonte: Autora (2025)

Tabela A4 – Dados dos parâmetros de pH, DQO, DBO, SS e O&G afluentes e efluentes ao tratamento da Lavanderia 4

Ano	mês	pH		DQO		DBO		SS		O&G	
		afluente	efluente	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mL/L)	efluente (mL/L)	afluente (mg/L)	efluente (mg/L)
2012	Janeiro	5,36	6,75	960	637,5	416,65	393,3	570	0,1	217,65	87
2012	Março	6,71	6,66	13435,5	773	3367,92	362,22	1384	0,1	641,5	87,5
2012	Abril	6,28	6,71	1749,6	376	902,4	220	500	0,1	194,5	52,99
2012	Maio	4,86	8,66	11819,3	905,8	1151,12	463,3	500	0,1	277,33	129
2012	Junho	6,3	5,73	11850	592,5	1516,6	337,7	500	0,1	370	80
2012	Julho	5,97	6,02	1875	308	1000	160	500	0,1	138	32,65
2012	Agosto	5,8	6,3	1800	217,5	449,02	65,3	100	0,1	197,5	38,6
2012	Setembro	6,29	6,13	2580	260	426,1	106,74	150	0,1	138,5	16,66
2012	Outubro	6,72	6,66	290,53	356,9	371,11	140,33	150	0,1	155,2	66
2012	Novembro	5,1	6,2	2625	802,5	560	402,2	150	0,1	116	64,3
2012	Dezembro	5,7	6,2	11088,6	402,5	960	143,8	800	0,1	261,5	39,3
2013	Janeiro	6,2	5,9	10950	765	920,6	266,6	ND	0,1	205,3	67
2013	Fevereiro	5,7	6,5	1920	930	1400	148,5	50	0,1	198,5	84
2013	Março	6,1	5,9	7153,8	796,1	982	326,66	500	0,1	111	12
2013	Abril	6,7	5,5	9846,1	753,8	525	277,77	500	0,1	315	61,5
2013	Maio	7,1	6,7	1974,6	569,5	323,3	240	500	0,1	84,5	2,7
2013	Junho	5,9	5,8	5200	572	2440	357	0,1	0,1	0	75
2013	Julho	7,3	6,7	1800	632	700	245	0	0,1	0	11
2013	Agosto	6,2	6	1110	1045	613	369	0	0,1	0	141
2013	Setembro	6,2	5,9	1912	736	937	343	0	0,1	0	10
2013	Outubro	5,8	5,6	2344	952	647	325	0	0,1	0	10
2013	Novembro	6	5,2	1240	662	459	249	0	0,1	0	10
2014	Janeiro	6,7	5,2	1404	624	543	320	0	0,1	0	43
2014	Fevereiro	6	5,5	2576	560	669	146		0,1		29
2014	Março	6,5	5,4	1108	836	500	250	0	0,1	0	35
2014	Abril	7,1	6,6	3120	396	1455	142	0	0,1	0	48
2014	Maio	6,6	6,8	1124	612	583	226	0	0,1	0	12
2014	Junho	7,1	7	1324	265	708	50	0	0,1	0	42
2014	Julho	7	7,2	1352	488	1000	180	0	0,1	0	34

Fonte: Autora (2025)

Tabela A5 – Dados dos parâmetros de pH, DQO, DBO, SS e O&G da lavanderia afluentes e efluentes ao tratamento da Lavanderia 5

Ano	mês	pH		DQO		DBO		SS		O&G	
		afluente	efluente	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mg/L O2)	efluente (mg/L O2)	afluente (mL/L)	efluente (mL/L)	afluente (mg/L)	efluente (mg/L)
2012	Fevereiro	6,18	6,95	513,75	682,5	241,8	262,5	210	2	66,5	8
2012	Abril	7,05	8,22	1997,4	418,06	1241,99	280,16	35	0,1	261,9	64,8
2012	Julho	5,84	9,45	7725	885	366,02	205,5	48	0,1	165	85
2012	Outubro	6,36	7,51	794,9	565,6	395,33	456,66	6	0,1	79,6	11,8
2013	Agosto	5,7	5,5	6040	840	4475	710	900	0,1	728	160
2013	Setembro	6,5	6,6	4148	782	1372	40	15	0,3	290	173
2013	Novembro	5,5	7,2	1080	412	294	108	17	0,1	74	52
2013	Dezembro	6,3	6,3	920	456	232	100	26	3	95	54
2014	Janeiro	6	7	1000	294	329	30	-	8	-	10
2014	Março	6,8	7,7	1746	219	1125	110	-	0,1	-	10
2014	Abril	6,1	7,3	568	604	164,1	283,4	-	0,1	-	10
2014	Maio	7,5	8	1560	149	882	30	-	0,1	-	99

Fonte: Autora (2025)

APÊNDICE B - EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DQO DE CADA LAVANDERIA

Tabela B1 – Eficiência de remoção de DQO da Lavanderia 1 nos anos de 2012 a 2014

ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DQO
2012	Janeiro	77,77%
2012	Março	43,28%
2012	Abril	74,94%
2012	Maiο	87,95%
2012	Junho	70,77%
2012	Julho	77,01%
2012	Agosto	92,51%
2012	Setembro	72,73%
2012	Outubro	52,22%
2012	Novembro	19,72%
2012	Dezembro	78,26%
2013	Janeiro	65,87%
2013	Março	87,35%
2013	Abril	84,81%
2013	Maiο	81,24%
2013	Junho	85,29%
2013	Julho	63,71%
2013	Agosto	46,70%
2013	Setembro	32,30%
2013	Outubro	91,21%
2013	Novembro	40,73%
2013	Dezembro	90,28%
2014	Janeiro	81,74%
2014	Fevereiro	59,47%
2014	Março	45,93%
2014	Abril	27,33%
2014	Maiο	75,69%
2014	Junho	68,31%
2014	Julho	57,25%

Fonte: Autora (2025)

Tabela B2 – Eficiência de remoção de DQO da Lavanderia 2 nos anos de 2012 a 2014

ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DQO
2012	Agosto	66,81%
2012	Setembro	93,27%
2012	Novembro	-16,50%
2013	Janeiro	68,12%
2013	Março	75,61%
2013	Abril	73,78%
2013	Maio	72,81%
2013	Junho	55,73%
2013	Novembro	67,21%
2013	Dezembro	14,04%
2014	Janeiro	37,86%
2014	Fevereiro	74,67%
2014	Março	-5,75%
2014	Abril	70,31%
2014	Maio	88,76%
2014	Junho	86,04%
2014	Julho	74,70%
2014	Agosto	90,62%

Fonte: Autora (2025)

Tabela B3 – Eficiência de remoção de DQO da Lavanderia 3 nos anos de 2012 a 2014

ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DQO
2012	Janeiro	43,52%
2012	Março	51,20%
2012	Abril	63,71%
2012	Maiο	63,67%
2012	Junho	60,13%
2012	Julho	82,53%
2012	Agosto	73,65%
2012	Setembro	49,68%
2012	Outubro	63,41%
2012	Novembro	78,67%
2012	Dezembro	85,34%
2013	Janeiro	68,23%
2013	Fevereiro	30,11%
2013	Março	83,80%
2013	Abril	82,79%
2014	Março	93,82%
2014	Abril	59,72%
2014	Maiο	67,42%
2014	Junho	78,21%
2014	Julho	67,21%

Fonte: Autora (2025)

Tabela B4 – Eficiência de remoção de DQO da Lavanderia 4 nos anos de 2012 a 2014

ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DQO
2012	Janeiro	33,59%
2012	Março	94,25%
2012	Abril	78,51%
2012	Maiο	92,34%
2012	Junho	95,00%
2012	Julho	83,57%
2012	Agosto	87,92%
2012	Setembro	89,92%
2012	Outubro	-22,84%
2012	Novembro	69,43%
2012	Dezembro	96,37%
2013	Janeiro	93,01%
2013	Fevereiro	51,56%
2013	Março	88,87%
2013	Abril	92,34%
2013	Maiο	71,16%
2013	Junho	89,00%
2013	Julho	64,89%
2013	Agosto	5,86%
2013	Setembro	61,51%
2013	Outubro	59,39%
2013	Novembro	46,61%
2014	Janeiro	55,56%
2014	Fevereiro	78,26%
2014	Março	24,55%
2014	Abril	87,31%
2014	Maiο	45,55%
2014	Junho	79,98%
2014	Julho	63,91%

Fonte: Autora (2025)

Tabela B5 – Eficiência de remoção de DQO da Lavanderia 5 nos anos de 2012 a 2014

ANO	MÊS	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DQO
2012	Fevereiro	-32,85%
2012	Abril	79,07%
2012	Julho	88,54%
2012	Outubro	28,85%
2013	Agosto	86,09%
2013	Setembro	81,15%
2013	Novembro	61,85%
2013	Dezembro	50,43%
2014	Janeiro	70,60%
2014	Março	87,46%
2014	Abril	-6,34%
2014	Maiο	90,45%

Fonte: Autora (2025)

ANNY KAROLINY SANTOS SILVA

**EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM LAVANDERIAS:
ANÁLISE COMPARATIVA DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, com defesa realizada por videoconferência.

Área de concentração: Saneamento

Aprovado em 16 de abril de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Érika Pinto Marinho (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Francisco de Oliveira Neto (Avaliador)
Universidade Federal de Pernambuco