



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
CURSO DE QUÍMICA - LICENCIATURA

EFLUENTES DE LATICÍNIOS:
um estudo de caso em Goiás

Bernardo Pereira Santos Moura

Goiânia
2025

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
CURSO DE QUÍMICA - LICENCIATURA

EFLUENTES DE LATICÍNIOS:
um estudo de caso em Goiás

Bernardo Pereira Santos Moura

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Regina Longhin

Goiânia
2025



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
CURSO DE LICENCIATURA em QUÍMICA

Ata de Defesa Pública do Trabalho de Conclusão de Curso

Aos três dias do mês de dezembro de 2025, às 19:00 horas, em sessão pública na sala 406 do Bloco A da Área 6 da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora Dra Sandra Regina Longhin, e composta pelos examinadores:

1. Membro: Me Flávio Carvalho Marques
2. Membro: Me Rodrigo da Mota Bastos.

O estudante BERNARDO PEREIRA SANTOS ,MOURA apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso II intitulado:

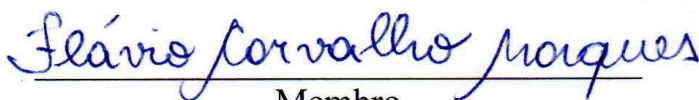
EFLUENTES DE LATICÍNIOS:
um estudo de caso em Goiás.

como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Licenciatura em Química. Após reunião em sessão reservada, a Banca Examinadora deliberou e decidiu pela Aprovação do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao estudante e demais presentes.

Na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que segue assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo estudante. Fica formalmente definido que a nota final será registrada somente após a correção e entrega da versão final do trabalho, dentro das normas exigidas pelo Curso e pela PUC Goiás.



Presidente da Banca Examinadora:
Orientadora: Profa Dra Sandra Regina Longhin



Membro
Prof. Me. Flávio Carvalho Marques



Membro
Prof. Me Rodrigo da Mota Bastos



Acadêmico
Bernardo Prereira Santos Moura

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Perfil da produção científica no período de 2020 a 2025	14
Figura 2: Mapa das mesorregiões de Goiás	17
Figura 3: Fluxograma de funcionamento de uma ETE	23
Figura 4: Distribuição temporal do Índice de Biodegradabilidade do efluente bruto (Empresa A).....	26
Figura 5: Distribuição temporal do Índice de Biodegradabilidade do efluente tratado (Empresa A).....	27
Figura 6: Distribuição temporal do Índice de Biodegradabilidade do efluente bruto (Empresa B).....	29
Figura 7: Distribuição temporal do Índice de Biodegradabilidade do efluente tratado (Empresa B).....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros do efluente bruto (Empresa A)	18
Tabela 2: Parâmetros do efluente tratado (empresa A).....	20
Tabela 3: Parâmetros do efluente bruto (empresa B).....	21
Tabela 4: Parâmetros do efluente tratado (empresa B).....	22
Tabela 5: Valores do efluente bruto de DBO, DQO e Índice de biodegradabilidade (IDB) (Empresa A).....	25
Tabela 6: Valores do efluente tratado de DBO, DQO e Índice de biodegradabilidade (IDB) (Empresa A)	27
Tabela 7: Valores do efluente bruto de DBO, DQO e Índice de biodegradabilidade (IDB) (Empresa B).....	28
Tabela 8: Valores do efluente tratado de DBO, DQO e IDB, Empresa B	30
Tabela 9: Comparativo Empresa A/ Empresa B	31

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDB – Índice de Biodegradabilidade

LQ – Limite de Quantificação

OG – Óleos e Graxas

RESUMO

A indústria de laticínios é um dos setores agroindustriais que mais gera efluentes com elevada carga orgânica, devido à presença de proteínas, gorduras, lactose e outros compostos derivados do processamento do leite. Esses resíduos, quando descartados sem tratamento adequado, podem causar impactos nos recursos hídricos, como a alteração da qualidade da água e danos aos ecossistemas aquáticos. No Brasil, o lançamento de efluentes em corpos hídricos é regulamentado pela Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece limites e condições para o descarte, reforçando a necessidade de monitoramento e tratamento adequado. Nesse contexto, este trabalho apresenta um estudo de caso sobre efluentes de duas empresas de laticínios no estado de Goiás, com o objetivo de investigar seus impactos ambientais e avaliar a biodegradabilidade por meio do Índice de Biodegradabilidade (IDB). A metodologia adotada consistiu em um estudo de caso baseado na análise de dados analíticos provenientes de duas indústrias de laticínios localizadas em Goiás. As análises consideradas foram Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Óleos e Graxas, parâmetros essenciais para avaliar a carga orgânica e o potencial poluidor dos efluentes. Os resultados foram organizados em planilha eletrônica (Excel) e examinados com o intuito de avaliar o possível impacto ambiental e subsidiar a proposição de medidas de tratamento. Observou-se que a Empresa A apresenta um sistema de tratamento mais eficiente, atingindo remoções de DBO e DQO próximas de 99,9%, enquanto a Empresa B registrou eficiências de 63,6% e 57,1%, respectivamente. Para os efluentes brutos, o IDB variou entre 0,06 e 0,73, indicando a presença de frações não biodegradáveis ou de difícil degradação. Já nos efluentes tratados, o IDB variou de 0,36 a 0,65, desconsiderando valores fora do limite de detecção, demonstrando aumento da biodegradabilidade após o tratamento.

Palavras-chaves: Biodegradabilidade; Efluentes de laticínios; Indústria de laticínios; Tratamento de efluentes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. JUSTIFICATIVA.....	10
3. OBJETIVOS	13
3.1. GERAL.....	13
3.2. ESPECÍFICOS	13
4. ESTADO DA ARTE	14
5. METODOLOGIA.....	16
5.1. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO	16
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
8. REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A indústria láctea no Brasil começou o seu desenvolvimento a partir da crise de 1929, com a queda das importações e o aumento da valorização de produtos nacionais. Nas décadas de 50 e 60, com a implementação de estradas, instalação da indústria e de equipamentos, surgimento do leite B, invenção de novas embalagens, e a chegada de multinacionais ao país. Também nas décadas de 70 e 90, devido a abertura de mercados internacionais, a criação do MERCOSUL, o fim da intervenção governamental no preço do leite e a estabilização da economia mundial com o fim da Guerra Fria; houve uma enorme contribuição para que no ano de 2001 o Brasil já estivesse entre os maiores produtores mundiais de leite. (Maganha, 2008).

Os principais impactos ambientais das indústrias de laticínios estão relacionados ao lançamento dos efluentes líquidos, uma vez que são gerados de 1 a 6 litros de despejos para cada litro de leite processado; à geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas, geralmente, sem nenhum tipo de controle ou tratamento (Silva, 2013; Maganha, 2008).

Há exemplos de indústrias que adotaram práticas sustentáveis para o tratamento de efluentes. A Marajoara Laticínios, localizada em Hidrolândia, implementou uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), com eficiência superior a 90% na redução de DBO, utilizando o processo de flotação por ar dissolvido. A água tratada é reutilizada para irrigação de pastagens, e a biomassa resultante é fornecida como fertilizante para produtores locais (DIÁRIO AGRÍCOLA, 2021).

O impacto ambiental gerado pelas indústrias de laticínios pode ser controlado desde que seja feito a otimização e o controle dos processos industriais; pelo consumo adequado de insumos como água, combustível, detergentes e desinfetantes; e pela implantação de uma tecnologia que vise utilizar de forma adequada o soro lácteo para fabricação de produtos como ricota e bebidas lácteas, ou ainda para alimentação de animais ou fertilizante do solo (Silva, 2013).

Tomando como base estas afirmações, surge a seguinte questão: por que o tratamento inadequado dos efluentes de laticínios pode ser considerado como poluição ambiental?

Este projeto teve como objetivo analisar as características físico-químicas de efluentes de indústrias de laticínios localizadas em Goiás, avaliar os impactos ambientais causados pelos efluentes por meio do índice de biodegradabilidade.

2. JUSTIFICATIVA

A produção de leite em Goiás apresentou um crescimento moderado, entre 2018 e 2023, impulsionado pelo aumento da produtividade, pela adoção melhores das práticas de manejo e melhoramento genético dos rebanhos. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2023, a produção de leite no estado atingiu 2,2 bilhões de litros. Apesar da melhora em relação a 2022 o volume ainda está abaixo do registrados em 2013 (MILKPOINT, 2024) que alcançou a marca de 3,8 bilhões de litros de leite (Digiovani, 2013).

A indústria de laticínios em Goiás passou por um processo de modernização e expansão nos últimos anos, com a entrada de novas empresas e a ampliação das capacidades de processamento. No entanto, a competitividade do setor é afetada por desafios estruturais como os altos custos de produção e volatilidade dos preços do leite (Bernardes, 2022).

No Brasil, existem aproximadamente 13.855 empresas de laticínios, segundo dados da Ecodata (2025). Atualmente, o estado de Goiás possui indústrias de laticínios, o que reflete sua importância na cadeia produtiva do leite no Brasil. Segundo dados da plataforma EmpresAqui (2025), existem 2.085 empresas ativas no setor de laticínios em Goiás.

A cada litro de leite processado, podem ser gerados de 1 a 6 litros de efluente, rico em matéria orgânica e gorduras. Se esses resíduos não forem tratados adequadamente, a carga orgânica presente pode contribuir para a degradação de corpos hídricos receptores, afetando ecossistemas aquáticos e consequentemente a qualidade da água. Portanto, é necessário que as indústrias de laticínios implementem sistemas de tratamento de seus efluentes eficientes visando mitigar esses riscos ambientais (REVIVA,2024).

No Brasil, a legislação ambiental é rigorosa. A resolução CONAMA N° 430 de 2011 exige que os laticínios removam no mínimo 60% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) antes de descartar os efluentes tratados. Essas normas garantem que os efluentes tratados causem o mínimo impacto ambiental possível, exigindo que as empresas invistam em soluções eficazes de tratamento (REVIVA,2024).

Os efluentes líquidos sem tratamento alteram a qualidade das águas, podendo inviabilizar o uso múltiplo da água a jusante do lançamento (Azzolini & Fabro, 2013). O

mais grave é que os cursos d'água abastecem a população ao mesmo tempo em que recebem esgotos e efluentes industriais (Lucas & Cunha, 2007). O controle das ações de manejo se torna menos eficiente quando os efluentes não são bem caracterizados.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) está associada à quantidade de oxigênio que os processos biológicos precisam para degradar a matéria orgânica. A DBO elevada significa que existe muita matéria orgânica no efluente. A DBO baixa pode significar que não há poluição nem microrganismos decompositores ou, ainda, que os decompositores não têm capacidade para decompor a matéria. O teste padrão, o $DBO_{5,20}$, equivale ao oxigênio consumido na degradação do material orgânico pelo período de 5 dias e a uma temperatura de 20°C (SUPEBAC,2022).

Demanda Química de Oxigênio (DQO) se refere à quantidade de oxigênio que os processos químicos precisam para degradar os materiais orgânicos. A DQO alta significa que o material orgânico consome muito oxigênio no processo de degradação. A DQO baixa significa o inverso. A análise de DQO leva menos tempo que a de DBO. Os resultados costumam sair em 2 horas. Com finalidades operacionais, a DQO é mais aplicada. Deve-se ressaltar que a DQO sempre é mais alta que a DBO, pois a última se refere apenas a materiais biodegradáveis, enquanto a primeira se aplica a qualquer matéria passível de oxidação (SUPEBAC,2022).

O parâmetro Óleos e Graxas (OG) representa a soma das substâncias lipídicas presentes em uma amostra, incluindo óleos vegetais, gorduras animais e derivados de petróleo. Esses compostos são caracterizados por sua baixa solubilidade em água e elevada tendência a formar películas superficiais, o que dificulta a oxigenação e interfere nos processos biológicos de tratamento. O monitoramento de OG é de extrema importância, pois concentrações elevadas podem causar entupimentos, corrosão em sistemas de tratamento e impactos significativos sobre organismos aquáticos.

Os testes de DQO e DBO são realizados para determinar o nível de poluição de águas e efluentes, sendo que relação entre a DBO e DQO em efluentes e águas residuais é utilizada nas previsões das suas condições de biodegradabilidade (TECNAL, (s/d)).

O índice de biodegradabilidade (IDB) é a razão entre a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO), onde a DQO mede a matéria orgânica total (biodegradável e não biodegradável) e a DBO mede apenas a parte que é

biodegradável. Uma relação DBO/DQO alta indica alta biodegradabilidade, enquanto uma relação DBO/DQO baixa indica que há mais matéria não biodegradável.

A descarga de efluentes industriais é o principal impacto ambiental do setor. Além da qualidade, merece também atenção a quantidade de efluentes gerados, uma vez que se pode considerar a geração de 1 a 6 litros de despejos para cada litro de leite processado, como iogurte, manteiga, requeijão, leite em pó, queijo, entre outros. Normalmente, os pontos de geração de efluentes industriais são:

- Lavagem e limpeza de produtos remanescentes em caminhões, latões, tanques, linhas e máquinas e equipamentos diretamente envolvidos na produção;
- Derramamentos, vazamentos, operações deficientes de equipamentos e transbordamento de tanques;
- Perdas no processo, tais como em operações de “partida” e de “parada” do pasteurizador e extravazão dos produtos, arraste de produtos na evaporação (leite condensado e em pó) e aquelas resultantes do acerto das acondicionadoras, no início do processo de embalagem;
- Descarte de produtos, tais como: soro ou leite ácido (Maganha, 2008).

Os efluentes líquidos da indústria de laticínios englobam os gerados no processo industrial e os sanitários, e normalmente contém:

- Leite e matérias-primas auxiliares (matérias lácteas geradas e não aproveitadas ao longo dos processos industriais, gordura, sólidos de leite retidos em clarificadores, filtros e grelhas, bem como restos ou pedaços de produtos finais, quando não removidos para reciclagem ou disposição em separado);
- Detergentes e desinfetantes usados nas operações de lavagem de pisos e lavagens gerais;
- Lubrificantes empregados na manutenção de equipamentos;
- Despejos sanitários.

Os efluentes industriais apresentam altos teores de óleos e graxas, e se caracterizam pela presença de sólidos suspensos, matéria orgânica expressa como DBO e DQO, e odor originado pela decomposição da caseína (Maganha, 2008).

O soro é considerado um subproduto de alto valor nutricional, por apresentar um balanço adequado de aminoácidos essenciais. Entretanto em muitos laticínios o soro de queijo é descartado junto com os efluentes líquidos sendo considerado um forte agravante

devido ao seu elevado potencial poluidor. Uma fábrica com produção média de 300.000 litros de soro por dia polui o equivalente a uma cidade com 150.000 habitantes. Atualmente constitui prática incorreta descartar o soro, direta e indiretamente, nos cursos de água (Machado *et al.*, 2002).

Existe uma correlação bem definida entre a $DBO_{5,20}$ e a DQO, sendo a razão $DBO_{5,20}/DQO$ comumente utilizada como um indicador da proporção de matéria orgânica biodegradável em relação à matéria orgânica total, também denominada índice de biodegradabilidade do efluente.

Esse índice fornece informações importantes sobre a origem da poluição e, de forma implícita, sobre o tipo de tratamento mais adequado que deve ser aplicado em uma estação de tratamento de efluentes (ETE).

Além disso, trata-se de um indicador confiável e útil para avaliar o conteúdo de matéria orgânica em águas superficiais, como rios e córregos (Rudaru *et al.*, 2022).

Valores do índice $DBO_{5,20}/DQO$ superiores a 0,5 indicam efluentes de alta biodegradabilidade, típicos de esgotos domésticos, enquanto valores inferiores a 0,3 caracterizam efluentes industriais ou contendo substâncias tóxicas, de difícil tratamento biológico. Faixas intermediárias (0,3–0,5) sugerem a necessidade de adaptação microbiológica nos sistemas biológicos de tratamento. O estudo demonstrou que existe forte correlação linear entre $DBO_{5,20}$ e DQO ($R^2 > 0,9$) em diferentes tipos de águas residuárias, o que permite estimar a $DBO_{5,20}$ a partir da DQO quando há limitações analíticas. Assim, o índice de biodegradabilidade constitui um indicador confiável da eficiência potencial de tratamento e da natureza da poluição orgânica presente nos efluentes (Rudaru *et al.*, 2022).

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

- Analisar as características físico-químicas dos efluentes de indústrias de laticínios e avaliar o impacto ambiental de acordo com o índice de biodegradabilidade.

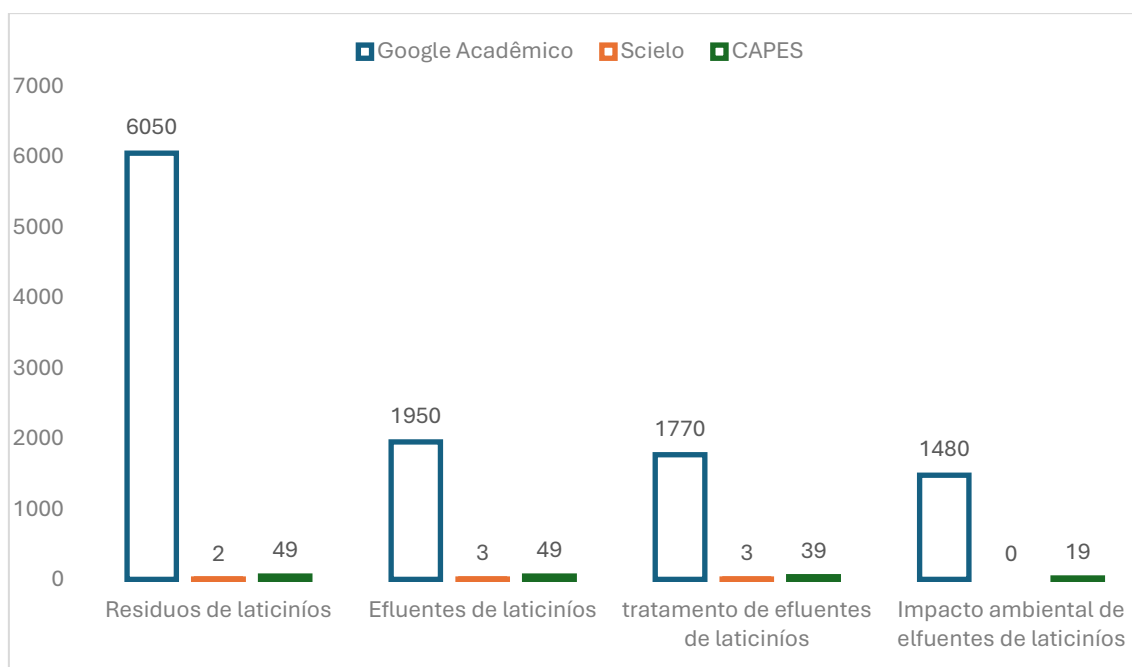
3.2. ESPECÍFICOS

- Organizar, na forma de planilha, resultados de análise físico-química de efluentes brutos e tratados de indústrias, empresas (A e B), de laticínios;
- Organizar os resultados de forma temporal;

- Analisar quantitativamente os resultados;
- Elaborar um estudo quantitativo/comparativo dos dados referentes aos efluentes brutos e tratados;
- Avaliar os impactos ao meio ambiente dos efluentes por meio do índice de biodegradabilidade.

4. ESTADO DA ARTE

Em pesquisas feitas em base de dados de artigos e dissertações, utilizando as palavras chaves resíduos de laticínios, efluentes de laticínios, tratamento de efluentes de laticínios e impacto ambiental de efluentes de laticínios, foram encontradas cerca de 6.100 produções científicas, entre 2020 e 2025. As ferramentas de pesquisas utilizadas foram o Google Acadêmico, Scielo e o Catálogo de artigos e dissertações CAPES.



Fonte: autoria própria, 2025.

Figura 1: Perfil da produção científica no período de 2020 a 2025

Tomando como base os dados obtidos, destacam-se 5 produções científicas a conhecer:

- I. Título: Efluente de laticínios mineiros: avaliação de suas características, tratamento e do seu potencial biotecnológico, de autoria (Tabelini, 2023). O estudo faz uma caracterização detalhada dos efluentes de laticínios, correlacionando parâmetros físico-químicos como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e

concentração de nutrientes, permitindo avaliar sua biodegradabilidade e o potencial de tratamento biológico.

- II. Título: Gestão de resíduos líquidos e sólidos gerados em processos de laticínios: Provocações para o engenheiro químico, de autoria (Moreira, 2024). O artigo é relevante por reunir e sistematizar alternativas sustentáveis para o tratamento de resíduos nesse setor industrial, um dos mais importantes do Brasil. A obra destaca o papel do engenheiro químico na formulação e aplicação de soluções viáveis, como a reutilização de soro e águas residuais, contribuindo para a redução de impactos ambientais e para a economia circular. Isso reforça a importância da atuação técnica aliada à responsabilidade socioambiental.
- III. Título: Tratamento de efluentes líquidos na indústria de laticínios: uma revisão, de autoria (Santos, 2022). Ele destaca os impactos ambientais associados ao descarte do soro de leite, detalha características físico-químicas dos efluentes e analisa os sistemas mais eficientes, como o MBBR (Reator de Leito Móvel com Biofilme), que alcança remoções de DQO superiores a 90%. Compila estudos recentes e tecnologias emergentes no tratamento de efluentes lácteos e fornece análises comparativas entre processos como lagoas de estabilização, lodo ativado, biofiltros e reatores anaeróbios, orientando a escolha de sistemas com base em custo, eficiência e legislação.
- IV. Título: Diagnóstico operacional de uma estação de tratamento de efluentes em uma indústria de laticínios: estudo de concepção de pós-tratamento, de autoria (Gonçalves, 2025). O estudo realiza um diagnóstico técnico e detalhado da operação de um sistema de lodos ativados, identificando ineficiências operacionais como baixa sedimentabilidade do lodo, *bulking* viscoso e excesso de bactérias filamentosas. Além do diagnóstico, a autora propõe três alternativas de pós-tratamento: *wetland* construído, lagoa facultativa e rampa de escoamento superficial. O trabalho dimensiona cada solução segundo normas técnicas (como a NBR 17.076/2024), destacando custos, espaço e eficiência de remoção de poluentes como DBO, nitrogênio e coliformes.
- V. Título: Correlation between BOD_{5,20} and COD – biodegradability indicator of wastewater de autoria (Rudaru, 2022): O estudo demonstra a relevância dos parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) como indicadores fundamentais da carga orgânica presente em efluentes. A DBO₅ mede a fração biodegradável da matéria orgânica, enquanto a DQO quantifica o conteúdo total de

compostos orgânicos, incluindo frações biodegradáveis e não biodegradáveis. A relação entre esses dois parâmetros, expressa como $DBO_{5,20}/DQO$, é amplamente utilizada para determinar o índice de biodegradabilidade de águas residuárias, refletindo a proporção de matéria orgânica suscetível à degradação biológica.

5. METODOLOGIA

A metodologia adotada foi um estudo de caso, pois, de acordo com Gil (2010).

- a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; que possuem ligação com o cotidiano.
- b) preservar o caráter unitário do objeto estudado; é necessário focar nos resíduos.
- c) descrever a situação do contexto em que está sendo feita investigação; a explicação do contexto do motivo de ser estudado.
- d) formular hipóteses ou desenvolver teorias.
- e) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno.

O estudo dos dados analíticos possibilitou o conhecimento dos resíduos gerados em uma indústria de laticínio e subsidiará a identificação da biodegradabilidade.

5.1. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos a partir de amostras coletadas e encaminhadas para análise em laboratórios de análises químicas localizados no município de Goiânia (GO). As coletas foram realizadas conforme procedimentos técnicos padronizados. Os parâmetros avaliados dos efluentes foram:

Óleos e graxas totais (OG); DQO; DBO; IDB

As técnicas adotadas para análise de óleos e graxas, segundo o laboratório que forneceu os dados qualitativos, seguem as seguintes normas:

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Standard Methods for the examination of water and wastewater. SM 5520 D e SM 5520 E, 23rd Ed. New York: APHA, AWWA, WPCF, 2017.

ABNT NBR ISO/IEC 17025 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017, Requisito 7.4.

A técnica para determinação da DQO, segundo o laboratório que forneceu os dados qualitativos, seguem as seguintes normas:

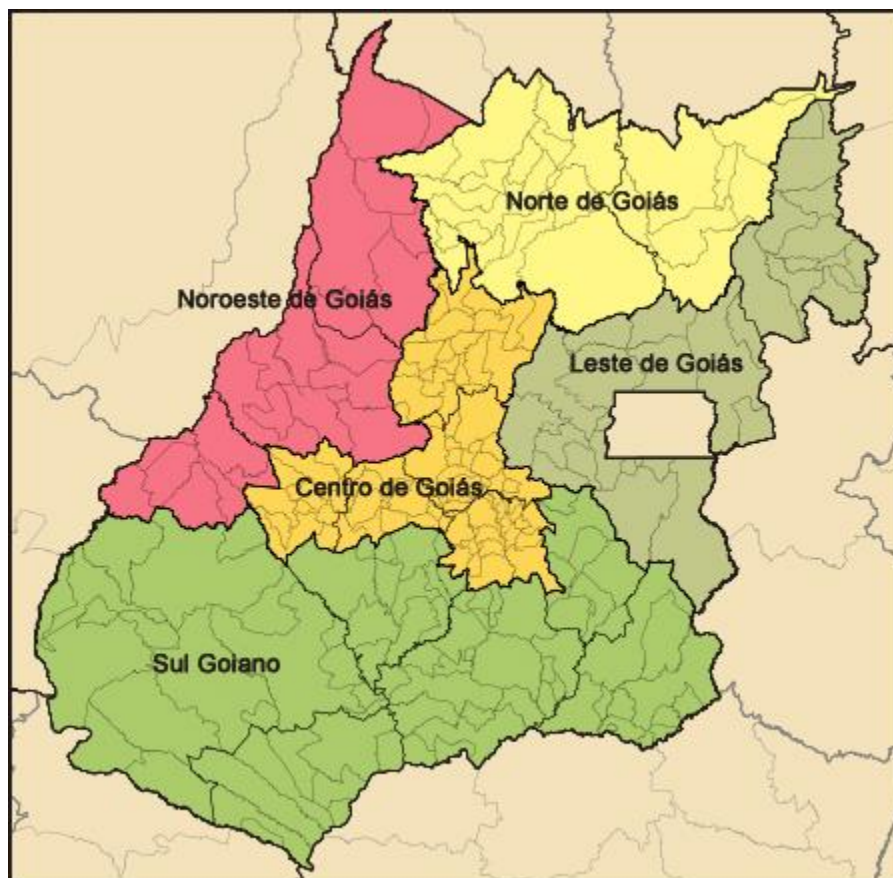
AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Standard Methods for the examination of water and wastewater: SM 5220 D, 23rd ed., New York, APHA, AWWA, WPCF, 2017.

ABNT NBR ISO/IEC 17025 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017, Requisito 7.4.

A técnica para determinação da DBO, de acordo com o laboratório que forneceu os dados qualitativos, seguem as seguintes normas:

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Standard Methods for the examination of water and wastewater: SM5210 - B. 23rd Ed. New York: APHA, AWWA, WPCF, 2017.

Os resultados obtidos de duas empresas de laticínios, localizadas em Goiás (região central e noroeste), a partir destas técnicas, foram organizados em uma planilha eletrônica (Excel) e analisados visando a avaliação do possível impacto ambiental e proposição de tratamento.



Fonte: Encontra Goiás, (s/d).

Figura 2: Mapa das mesorregiões de Goiás

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho foram obtidos a partir de amostras encaminhadas para controle de qualidade de efluentes em laboratório credenciado, disponibilizados para análise comparativa com os dados estabelecidos pela CONAMA 430/2011.

Os dados de duas empresas da área de laticínio, Empresa A e Empresa B, ambas situadas em Goiás, foram organizados e classificados em duas categorias: efluente bruto e efluente tratado, permitindo assim uma comparação dos parâmetros avaliados antes e após o processo de tratamento realizado por cada empresa.

Os resultados foram analisados considerando as técnicas de ensaios adotadas, normas e legislações ambientais vigentes, com o objetivo de verificar a conformidade dos valores obtidos em relação aos limites estabelecidos pelos órgãos reguladores.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos dos parâmetros de DBO, DQO e Óleos e graxas (OG) dos efluentes brutos.

Tabela 1: Parâmetros do efluente bruto (Empresa A)

n	Amostra	Data	DBO ($\times 10^3$) (mg/L)	DQO ($\times 10^3$) (mg/L)	Óleos e Graxas ($\times 10^3$) (mg/L)
1	Efluente Bruto	12/2020	48,00	77,70	85,03
2	Efluente Bruto	01/2021	8,85	15,12	146,14
3	Efluente Bruto	04/2021	11,31	25,15	21,26
4	Efluente Bruto	05/2021	4,40	6,91	7,51
5	Efluente Bruto	06/2021	17,70	27,80	18,26
6	Efluente Bruto	07/2021	2,28	4,64	23,26
7	Efluente Bruto	08/2021	4,44	7,20	40,66
8	Efluente Bruto	09/2021	5,20	8,89	16,24
9	Efluente Bruto	10/2021	2,40	4,30	3,75
10	Efluente Bruto	11/2021	10,20	16,94	25,74
11	Efluente Bruto	02/2022	3,24	52,80	19,48

Fonte: autoria própria, 2025

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para o efluente bruto, antes de qualquer processo de tratamento. Observa-se que os valores dos parâmetros analisados são elevados, refletindo a alta carga orgânica característica desse tipo de efluente. De acordo com a legislação ambiental vigente, não há limites específicos estabelecidos para efluentes brutos, uma vez que o controle de lançamento é aplicado apenas aos efluentes tratados. No entanto, os resultados evidenciam a necessidade da adoção de um tratamento adequado, capaz de reduzir as concentrações de poluentes e minimizar os impactos ambientais associados ao descarte direto desse tipo de resíduo.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011, que complementa a Resolução nº 357/2005, os efluentes líquidos devem apresentar uma remoção mínima de 60% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) antes de seu lançamento em corpos hídricos. Esse limite tem como objetivo reduzir a carga orgânica nos corpos receptores, prevenindo a diminuição de oxigênio dissolvido e preservando a qualidade ambiental da água.

A determinação da eficiência do tratamento com base na DBO permite avaliar se o efluente tratado atende aos critérios de sustentabilidade e conformidade estabelecidos pela legislação ambiental, garantindo a proteção dos ecossistemas aquáticos e a saúde pública.

A Resolução CONAMA nº 430/2011 não especifica um limite para DQO, no entanto, é importante que os valores sejam monitorados e controlados para atender os padrões de qualidade ambiental. Com relação aos limites específicos para óleos e graxas, observamos os seguintes valores limite:

- Óleos minerais: até 20 mg/L
- Óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos dos parâmetros de DBO, DQO e Óleos e graxas (OG) dos efluentes tratados, para a empresa A

Tabela 2: Parâmetros do efluente tratado (empresa A)

n	Amostra	Data	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)
1	Efluente Tratado	12/2020	5,00	14,00	<LQ
2	Efluente Tratado	01/2021	14,40	26,00	13,80
3	Efluente Tratado	02/2021	8,80	14,00	<LQ
4	Efluente Tratado	04/2021	12,00	32,00	<LQ
5	Efluente Tratado	05/2021	7,20	13,00	<LQ
6	Efluente Tratado	06/2021	3,00	8,00	<LQ
7	Efluente Tratado	07/2021	7,60	16,00	35,70
8	Efluente Tratado	08/2021	8,00	14,00	0,00
9	Efluente Tratado	09/2021	4,40	11,00	<LQ
10	Efluente Tratado	10/2021	<LQ	8,00	<LQ
11	Efluente Tratado	11/2021	<LQ	<LQ	<LQ
12	Efluente Tratado	02/2022	4,10	9,00	<LQ

OBS.: LQ = limite de quantificação

Fonte: autoria própria, 2025.

Após a análise dos dados, observa-se que o efluente foi devidamente tratado, evidenciando eficiência do sistema na remoção da carga poluidora. Em termos qualitativos e quantitativos, a redução da DBO atinge patamares superiores ao mínimo exigido pela Resolução CONAMA nº 430/2011 (remoção mínima de 60% da DBO), o que indica desempenho adequado do processo de tratamento. Ademais, a maior parte das amostras apresentou teores de óleos e graxas em níveis compatíveis com os valores de referência estabelecidos pelo CONAMA (óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg·L⁻¹), reforçando a conformidade do efluente tratado com os padrões de lançamento em corpos hídricos. Esses resultados corroboram a eficácia do sistema de tratamento adotado e sua capacidade de atender às exigências normativas para proteção do receptor

hídrico. Observa-se uma diferença no número de amostras analisadas, decorrente da ausência de alguns resultados nos dados disponibilizados para a realização do estudo.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos dos parâmetros de DBO, DQO e Óleos e graxas (OG) dos efluentes brutos, da empresa B

Tabela 3: Parâmetros do efluente bruto (empresa B)

n	Amostra	Data	DBO ($\times 10^2$) (mg/L)	DQO ($\times 10^2$) (mg/L)	Óleos e Graxas ($\times 10^2$) (mg/L)
1	Efluente Bruto	01/21	32,00	50,40	0,28
2	Efluente Bruto	01/21	47,00	75,40	59,62
3	Efluente Bruto	01/21	102,00	164,80	22,34
4	Efluente Bruto	01/21	17,60	28,10	0,57
5	Efluente Bruto	02/21	223,80	322,00	95,98
6	Efluente Bruto	03/21	88,90	121,60	22,62
7	Efluente Bruto	03/21	53,90	79,30	1,11
8	Efluente Bruto	04/21	6,48	15,14	6,94
9	Efluente Bruto	04/21	46,00	93,50	0,93
10	Efluente Bruto	05/21	24,00	52,80	12,46
11	Efluente Bruto	05/21	11,00	26,60	1,78
12	Efluente Bruto	06/21	7,08	14,76	1,41
13	Efluente Bruto	06/21	3,36	7,04	0,64
14	Efluente Bruto	07/21	58,00	128,80	10,97
15	Efluente Bruto	08/21	82,50	133,60	11,93
16	Efluente Bruto	09/21	39,60	89,20	5,64
17	Efluente Bruto	02/22	8,25	19,74	5,64
18	Efluente Bruto	02/22	34,90	60,70	<LQ

Fonte: autoria própria, 2025.

A análise dos dados evidencia elevada variabilidade nos parâmetros avaliados, refletindo diferentes cargas de matéria orgânica e lipídios presentes nas amostras do efluente. Observa-se a presença de compostos biodegradáveis e recalcitrantes, o que indica potencial de consumo de oxigênio nos corpos receptores caso o efluente seja lançado sem tratamento. Em relação aos óleos e graxas, é possível que os altos valores observados em algumas amostras estejam diretamente relacionados aos tipos de produtos fabricados na data da coleta, evidenciando a influência das operações produtivas sobre a composição do efluente, como manteiga, iogurte e leite condensado, por exemplo.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos dos parâmetros de DBO, DQO e Óleos e graxas (OG) dos efluentes tratados, da empresa B

Tabela 4: Parâmetros do efluente tratado (empresa B)

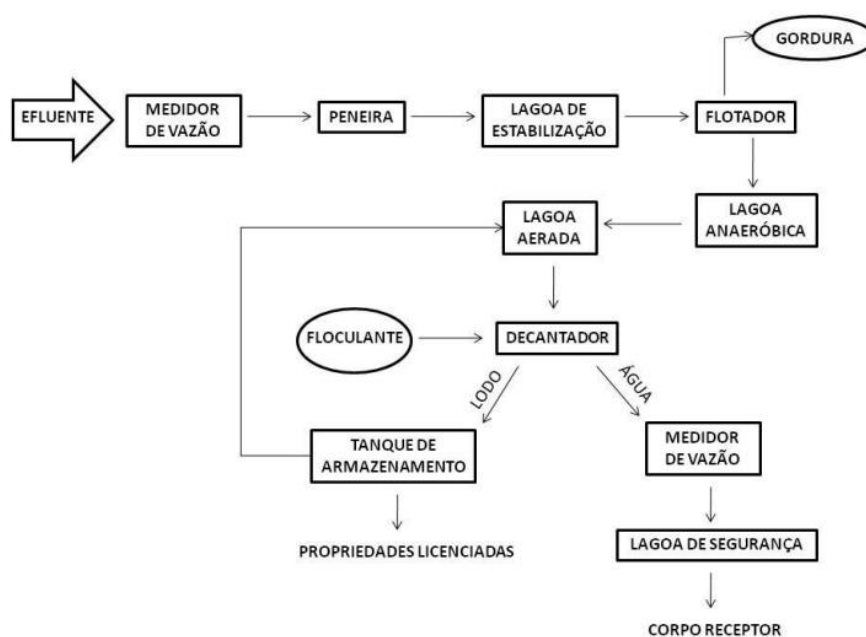
n	Amostra	Data	DBO ($\times 10^2$) (mg/L)	DQO ($\times 10^2$) (mg/L)	Óleos e Graxas ($\times 10^2$) (mg/L)
1	Efluente Tratado	01/21	12,00	21,00	49,37
2	Efluente Tratado	02/21	28,70	53,50	1,14
3	Efluente Tratado	03/21	34,20	52,30	0,52
4	Efluente Tratado	04/21	5,52	12,18	0,20
5	Efluente Tratado	05/21	7,08	17,20	0,65
6	Efluente Tratado	06/21	2,82	6,60	0,80
7	Efluente Tratado	07/21	29,00	70,10	0,14
8	Efluente Tratado	08/21	38,40	70,00	0,10
9	Efluente Tratado	09/21	18,50	44,00	0,29
10	Efluente Tratado	02/22	3,12	8,62	0,23

Fonte: autoria própria, 2025.

A comparação entre os dados de efluente bruto e os resultados pós-tratamento evidencia que o sistema adotado apresenta eficiência na remoção de matéria orgânica e lipídios, reduzindo os níveis de DBO, DQO e óleos e graxas. Observa-se que, independentemente das variações na carga poluidora originadas pelas diferentes operações produtivas, o tratamento foi capaz de manter os parâmetros dentro dos limites

estabelecidos pela legislação, demonstrando a eficácia do processo. Essa redução consistente confirma que o sistema de tratamento não apenas atende aos requisitos normativos, mas também minimiza impactos potenciais sobre os corpos hídricos receptores, garantindo maior segurança ambiental e estabilidade operacional da unidade de produção. Observa-se uma diferença no número de amostras analisadas, decorrente da ausência de alguns resultados nos dados disponibilizados para a realização do estudo.

Ambas as empresas utilizam o mesmo sistema de tratamento de efluentes, que consiste no método de flotação associado a um tanque de equalização. O tanque de equalização tem a função de homogeneizar as características do efluente, minimizando variações de vazão e concentração de poluentes que possam comprometer a eficiência do tratamento subsequente. Nesse compartimento, o efluente é mantido sob agitação controlada, o que permite a uniformização do pH, da carga orgânica e da temperatura, garantindo condições estáveis para as etapas seguintes. Após essa homogeneização, o efluente segue para a unidade de flotação, onde são aplicados coagulantes e flocculantes que promovem a aglomeração das partículas suspensas.



Fonte: adaptado de Daiane Netto, 2011.

Figura 3: Fluxograma de funcionamento de uma ETE

A biomassa gerada, de acordo com a empresa A, é separada após o processo de flotação é reaproveitada como fertilizante, sendo distribuída gratuitamente a produtores rurais da região. Esse reaproveitamento representa uma prática sustentável, pois permite o retorno de nutrientes ao solo e reduz o volume de resíduos destinados a aterros, além de promover a economia circular dentro do processo industrial. Essa iniciativa demonstra uma gestão ambiental mais eficiente e alinhada aos princípios de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental.

No entanto, não há informações disponíveis sobre a adoção da mesma prática pela empresa B, o que impossibilita a comparação direta entre ambas em relação à destinação final dos resíduos gerados no tratamento de efluentes.

Os dados indicam variações nos resultados (tabelas 3 e 4) ao longo dos meses, as quais se relacionam diretamente com o período climático característico do estado de Goiás. Essa diferença é explicada pela alternância entre o período seco (normalmente de maio a setembro) e o período chuvoso (de outubro a abril).

Durante a estação chuvosa, observa-se uma maior diluição do efluente que chega à Estação de Tratamento (ETE), em razão do aumento do volume de águas pluviais que podem se misturar ao esgoto industrial. Essa maior vazão de entrada tende a reduzir as concentrações aparentes de parâmetros como DBO, DQO e óleos e graxas, sem necessariamente representar uma melhoria na qualidade do efluente bruto. Já no período seco, a menor contribuição de águas pluviais resulta em efluentes mais concentrados, o que explica a ocorrência de valores mais elevados desses parâmetros nas análises realizadas.

Esse comportamento sazonal é corroborado por estudos de Neves *et al.* (2019), que descrevem a variabilidade espacial e temporal da precipitação em Goiás e no Distrito Federal, além disso, dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2022) indicam que a sazonalidade climática exerce influência direta sobre a qualidade das águas superficiais, sendo, portanto, um fator determinante na interpretação da eficiência do tratamento de efluentes.

Da mesma forma, no Brasil, conforme destacado por Dantas *et al.* (2022), durante os períodos chuvosos, o aumento do escoamento superficial resulta na diluição dos efluentes, reduzindo temporariamente a concentração de poluentes nas estações de tratamento. Em contraposição, nas estações secas, a menor disponibilidade hídrica reduz

o fator de diluição, elevando significativamente a carga poluente dos efluentes lançados. Além disso, a qualidade da água em bacias hidrográficas brasileiras tem demonstrado estar associada tanto à sazonalidade quanto ao uso do solo, sendo mais crítica em áreas sem cobertura adequada de coleta e tratamento de esgoto (Camargo; Gravina, 2024).

Os valores da DQO quando efluente estudado se origina de indústria química são maiores que os da DBO. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais biodegradável será o efluente. A relação DBO/DQO é diferente para os diversos efluentes e, para um mesmo efluente, a relação altera-se mediante tratamento, especialmente o biológico (Longuine; *et al*, 2020).

A Tabela 5 a seguir apresenta a relação entre os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) obtidos nas amostras de efluente bruto analisadas da empresa A. Essa razão, conhecida como índice de biodegradabilidade (IDB), é amplamente utilizada para indicar o potencial de degradação biológica da matéria orgânica presente nos efluentes.

Tabela 5: Valores do efluente bruto de DBO, DQO e Índice de biodegradabilidade (IDB) (Empresa A)

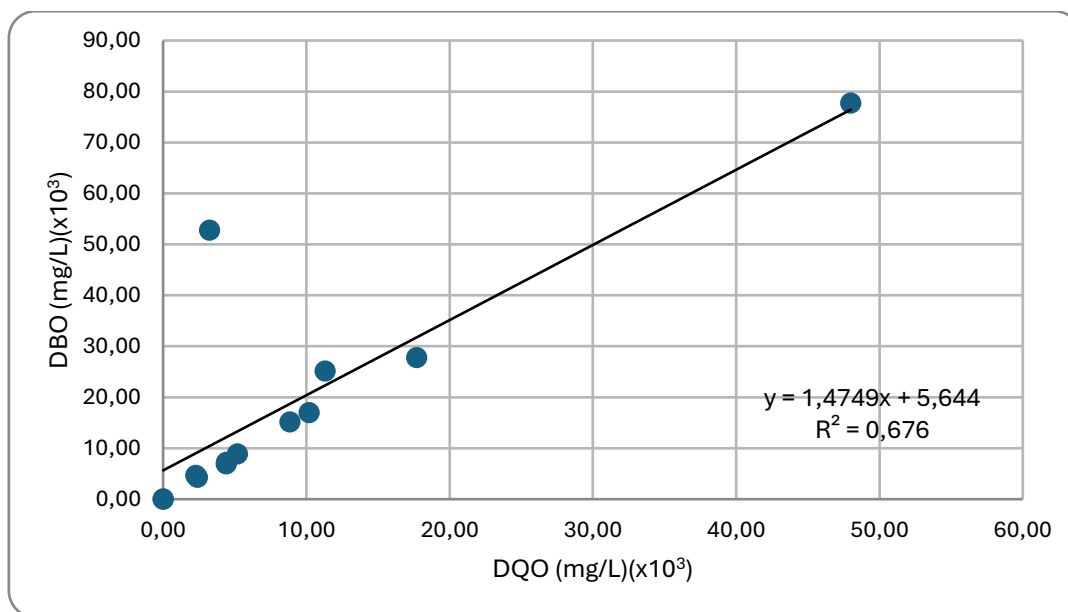
n	Efluente Bruto	DBO ($\times 10^3$) (mg/L)	DQO ($\times 10^3$) (mg/L)	IDB
1	Efluente Bruto	48,00	77,70	0,62
2	Efluente Bruto	8,85	15,12	0,59
3	Efluente Bruto	11,31	25,15	0,45
4	Efluente Bruto	4,40	6,91	0,64
5	Efluente Bruto	17,70	27,80	0,64
6	Efluente Bruto	2,28	4,64	0,49
7	Efluente Bruto	4,44	7,20	0,62
8	Efluente Bruto	5,20	8,89	0,58
9	Efluente Bruto	2,40	4,30	0,56
10	Efluente Bruto	10,20	16,94	0,60
11	Efluente Bruto	3,24	52,80	0,06

Fonte: autoria própria, 2025.

O IDB apresentou variação entre 0,45 e 0,64, indicando que a maior parte da matéria orgânica presente é biodegradável, e portanto, adequada para tratamento biológico. Essa condição é favorável, pois valores de IDB acima de 0,4 indicam que o

efluente possui potencial para degradação por processos microbiológicos. No entanto, observa-se um ponto destoante, com IDB igual a 0,06, sugerindo a presença de substâncias de difícil degradação.

A partir dos dados experimentais obtidos, foram construídos gráficos de dispersão com linhas de regressão linear para cada tipo de amostra, ilustrando a relação entre DBO e DQO. A figura 4 apresenta a distribuição temporal do efluente bruto da empresa A



Fonte: autoria própria, 2025.

Figura 4: Distribuição temporal do Índice de Biodegradabilidade do efluente bruto (Empresa A)

A figura 4 evidencia a relação entre DBO e DQO, expressa pela equação linear $y = 1,4749x + 5,644$, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,676. Esse resultado indica uma correlação positiva moderada entre as variáveis, sugerindo que o aumento da DQO está associado ao aumento da DBO, ainda que com certa dispersão dos dados.

A Tabela 6 a seguir apresenta a relação entre os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) obtidos nas amostras de efluente tratado analisadas da empresa A.

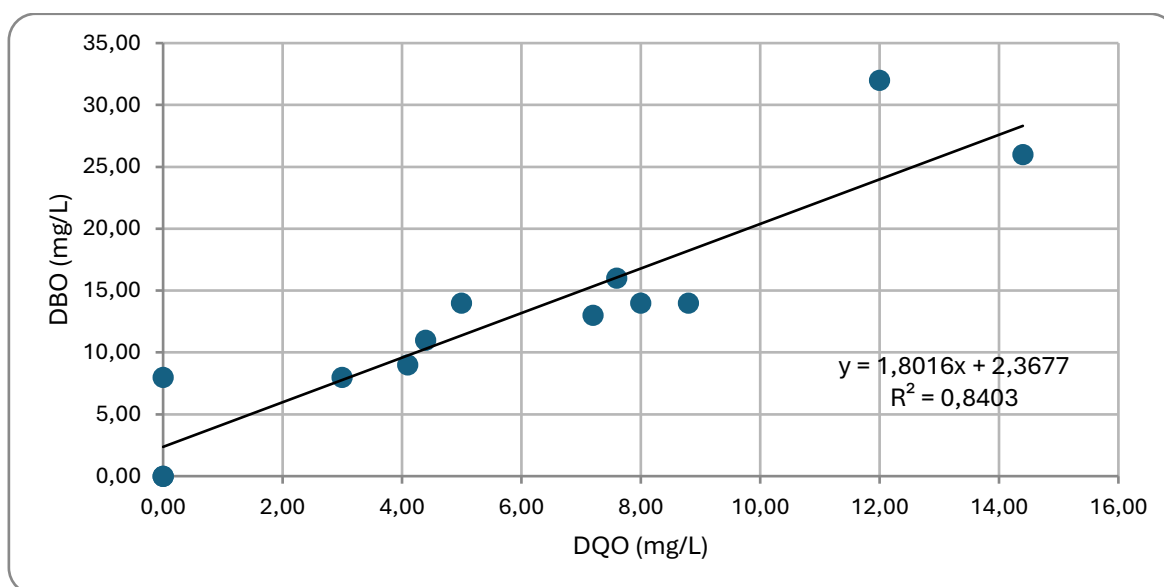
A análise dos dados demonstra variação nos valores de DBO e DQO, refletindo diferentes níveis de carga orgânica e eficiência de tratamento ao longo das amostras. O índice de biodegradabilidade (IDB) apresentou valores entre 0,00 e 0,63, indicando que, em geral, os efluentes possuem moderada biodegradabilidade.

Tabela 6: Valores do efluente tratado de DBO, DQO e Índice de biodegradabilidade (IDB) (Empresa A)

n		DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	IDB
1	Efluente Tratado	5,00	14,00	0,36
2	Efluente Tratado	14,40	26,00	0,55
3	Efluente Tratado	8,80	14,00	0,63
4	Efluente Tratado	12,00	32,00	0,38
5	Efluente Tratado	7,20	13,00	0,55
6	Efluente Tratado	3,00	8,00	0,38
7	Efluente Tratado	7,60	16,00	0,48
8	Efluente Tratado	8,00	14,00	0,57
9	Efluente Tratado	4,40	11,00	0,40
10	Efluente Tratado	<LQ	8,00	<LQ
11	Efluente Tratado	<LQ	<LQ	<LQ
12	Efluente Tratado	4,10	9,00	0,46

Fonte: autoria própria, 2025.

A partir dos dados experimentais obtidos, foram construídos gráficos de dispersão com linhas de regressão linear para cada tipo de amostra, ilustrando a relação entre DBO e DQO. A figura 5 apresenta a distribuição temporal do efluente tratado da empresa A.



Fonte: autoria própria, 2025

Figura 5: Distribuição temporal do Índice de Biodegradabilidade do efluente tratado (Empresa A)

A figura 5 demonstra uma correlação positiva entre os valores de DBO e DQO, evidenciada pelo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,8403$). Isso indica que aproximadamente 84% da variação na DBO pode ser explicada pela variação na DQO, sugerindo que os compostos orgânicos presentes no efluente possuem, em sua maioria, natureza biodegradável. A equação da reta ($y = 1,8016x + 2,3677$) mostra que, para cada aumento unitário na DQO, a DBO tende a crescer cerca de 1,8 unidades, reforçando a relação direta entre a matéria orgânica total e a fração biodegradável do efluente analisado.

A Tabela 7 a seguir apresenta a relação entre os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) obtidos nas amostras de efluente bruto analisadas da empresa B.

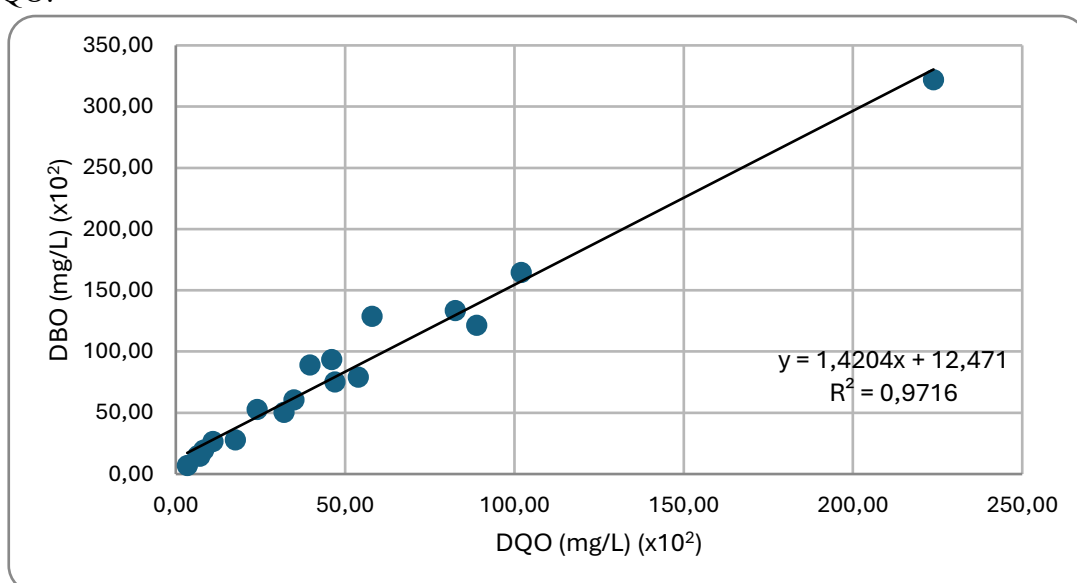
Tabela 7: Valores do efluente bruto de DBO, DQO e Índice de biodegradabilidade (IDB) (Empresa B)

n		DBO ($\times 10^2$) (mg/L)	DQO ($\times 10^2$) (mg/L)	IDB
1	Efluente Bruto	32,00	50,40	0,63
2	Efluente Bruto	47,00	75,40	0,62
3	Efluente Bruto	102,00	164,80	0,62
4	Efluente Bruto	17,60	28,10	0,63
5	Efluente Bruto	223,80	322,00	0,70
6	Efluente Bruto	88,90	121,60	0,73
7	Efluente Bruto	53,90	79,30	0,68
8	Efluente Bruto	6,48	15,14	0,43
9	Efluente Bruto	46,00	93,50	0,49
10	Efluente Bruto	24,00	52,80	0,45
11	Efluente Bruto	11,00	26,60	0,41
12	Efluente Bruto	7,08	14,76	0,48
13	Efluente Bruto	3,36	7,04	0,48
14	Efluente Bruto	58,00	128,80	0,45
15	Efluente Bruto	82,50	133,60	0,62
16	Efluente Bruto	39,60	89,20	0,44
17	Efluente Bruto	8,25	19,74	0,42
18	Efluente Bruto	34,90	60,70	0,57

Fonte: autoria própria, 2025.

A análise dos dados do efluente bruto mostra variação considerável nos valores de DBO e DQO, com o índice de biodegradabilidade (IDB) oscilando entre 0,41 e 0,73. Esses resultados indicam que, em grande parte das amostras, há predominância de matéria orgânica biodegradável, especialmente nas que apresentam IDB acima de 0,6. Os valores mais baixos de IDB (próximos de 0,4) sugerem presença de substâncias menos degradáveis biologicamente.

A partir dos dados experimentais obtidos, foi construído a figura 6, de dispersão com linhas de regressão linear para cada tipo de amostra, ilustrando a relação entre DBO e DQO.



Fonte: autoria própria, 2025.

Figura 6: Distribuição temporal do Índice de Biodegradabilidade do efluente bruto (Empresa B)

Observa-se uma forte correlação linear entre os valores de DBO e DQO, com coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,9716$). A equação da reta ($y = 1,4204x + 12,471$) indica que o aumento da DQO está diretamente associado ao incremento da DBO, refletindo a alta carga orgânica presente no efluente antes do tratamento. Essa relação evidencia a predominância de compostos biodegradáveis, típicos de efluentes com elevada concentração de matéria orgânica não tratada.

A Tabela 8 a seguir apresenta a relação entre os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) obtidos nas amostras de efluente tratado analisadas da empresa B.

Tabela 8: Valores do efluente tratado de DBO, DQO e IDB, Empresa B

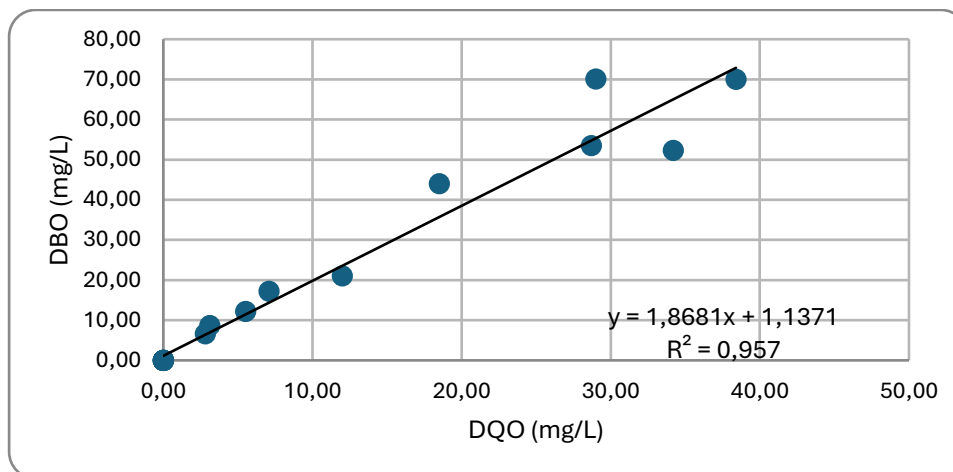
n		DBO ($\times 10^2$) (mg/L)	DQO ($\times 10^2$) (mg/L)	IDB
1	Efluente Tratado	12,00	21,00	0,57
2	Efluente Tratado	28,70	53,50	0,54
3	Efluente Tratado	34,20	52,30	0,65
4	Efluente Tratado	5,52	12,18	0,45
5	Efluente Tratado	7,08	17,20	0,41
6	Efluente Tratado	2,82	6,60	0,43
7	Efluente Tratado	29,00	70,10	0,41
8	Efluente Tratado	38,40	70,00	0,55
9	Efluente Tratado	18,50	44,00	0,42
10	Efluente Tratado	3,12	8,62	0,36

Fonte: autoria própria, 2025.

A análise dos dados do efluente tratado mostra redução significativa nos valores de DBO e DQO em comparação ao efluente bruto, evidenciando a eficiência do processo de tratamento. O IDB varia entre 0,36 e 0,65, com a maioria das amostras situando-se entre 0,4 e 0,6, o que indica boa remoção da matéria orgânica e predominância de compostos ainda biodegradáveis. Os menores valores de IDB refletem a diminuição da fração facilmente degradável da carga orgânica após o tratamento, enquanto os valores próximos a 0,6 sugerem que parte da matéria orgânica residual ainda pode ser oxidada biologicamente. Assim, o efluente tratado apresenta qualidade compatível com processos biológicos eficazes e potencial para atender padrões ambientais mais restritivos.

A partir dos dados experimentais obtidos, foi construído a figura 7, gráfico de dispersão com linhas de regressão linear para cada tipo de amostra, ilustrando a relação entre DBO e DQO.

Verifica-se uma correlação positiva significativa entre DBO e DQO, com $R^2 = 0,957$, embora com valores absolutos menores em comparação ao efluente bruto. A equação ($y = 1,8681x + 1,1371$) demonstra que, mesmo após o tratamento, ainda há presença de matéria orgânica biodegradável, mas em concentrações reduzidas, evidenciando a eficiência do processo de tratamento na remoção da carga orgânica.



Fonte: autoria própria, 2025.

Figura 7: Distribuição temporal do Índice de Biodegradabilidade do efluente tratado (Empresa B)

A partir dos dados obtidos para as duas empresas, foram calculadas as médias simples dos parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Índice de Biodegradabilidade (IDB). A tabela 9 apresenta um estudo comparativo:

Tabela 9: Comparativo Empresa A/ Empresa B

PARÂMETRO	EMPRESA A (BRUTO)	EMPRESA B (BRUTO)	EMPRESA A (TRATADO)	EMPRESA B (TRATADO)
DBO (mg/L)	10.730	4.924	6,21	1.793,4
DQO (mg/L)	22.500	8.283	13,75	3.555
IDB (DBO/DQO)	0,53	0,55	0,40	0,48

Fonte: autoria própria, 2025.

Os resultados mostram que ambos os efluentes passam por uma redução da DBO e DQO após o tratamento, evidenciando a eficiência do sistema de tratamento aplicado.

A empresa A apresenta maior carga orgânica no efluente bruto, porém o tratamento aplicado promoveu uma redução da DBO, de aproximadamente 10.730 mg/L para 6,21 mg/L, aproximadamente 99%. Por sua vez, a empresa B apresenta menor concentração inicial de DBO (4.924 mg/L), mas também obteve boa eficiência no processo, com redução para 1.793,4 mg/L, aproximadamente 63,6%. Observa-se ainda que os valores do IDB diminuem levemente após o tratamento, passando de 0,53 para 0,40 na empresa

A e de 0,55 para 0,48 na empresa B, o que é esperado, uma vez que parte da fração biodegradável é removida durante o processo de tratamento.

O descarte de efluentes não tratados representa um grave problema ambiental e sanitário para os rios brasileiros. Estudos mostram que o lançamento direto de esgoto doméstico e industrial em corpos d'água provoca consumo elevado de oxigênio dissolvido comprometendo a fauna aquática e favorece a proliferação de algas e micro-organismos que alteram profundamente o ecossistema aquático (TERA AMBIENTAL, 2021).

Por exemplo, segundo o relatório da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), mais de 110 000 km de trechos de rios no Brasil estão com qualidade de água comprometida por excesso de carga orgânica, maioria dos quais atribuída ao despejo de esgotos sem tratamento adequado.

Além dos impactos ecológicos, há reflexos diretos na saúde humana: a contaminação hídrica por esgoto sem tratamento pode elevar incidência de hepatite A, diarreias, leptospirose e outras doenças, especialmente em regiões onde o saneamento básico é deficiente (BRK Ambiental, 2019).

Portanto, o lançamento de efluentes não tratados em rios compromete tanto os ecossistemas aquáticos quanto a saúde pública das comunidades ribeirinhas, exigindo investimentos urgentes em tratamento de esgoto e políticas de saneamento eficazes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados analisados, observou-se que a Empresa A apresenta um sistema de tratamento de efluentes de laticínios mais eficiente do que a Empresa B, com remoção de DBO e DQO em torno de 99%, enquanto a Empresa B apresentou eficiência de 63,6% e 57,1%, respectivamente. Essa diferença evidencia a capacidade superior do sistema de tratamento da Empresa A em reduzir a elevada carga orgânica característica de efluentes de laticínios, que geralmente apresentam altos teores de proteínas, gorduras e lactose.

No caso dos efluentes brutos, o Índice de Biodegradabilidade (IDB) apresentou variação entre 0,06 e 0,73, indicando que alguns efluentes possuem frações de compostos não biodegradáveis ou de difícil degradação, possivelmente resultantes de processos industriais específicos ou de resíduos concentrados de soro e gordura. O valor mais baixo

do IDB sugere a presença de matéria orgânica que pode exigir tratamento adicional ou monitoramento mais rigoroso antes do lançamento em corpos hídricos.

Para os efluentes tratados, o IDB variou de 0,36 a 0,65, demonstrando que os processos de tratamento empregados promovem um aumento significativo da biodegradabilidade da matéria orgânica, tornando o efluente mais adequado à descarga em cursos d'água e reduzindo os impactos ambientais potenciais. Esses resultados reforçam a importância da análise conjunta de DBO, DQO e IDB como ferramentas essenciais para o monitoramento da eficiência de sistemas de tratamento de efluentes de laticínios, permitindo avaliar tanto a redução da carga orgânica quanto a capacidade de biodegradação dos resíduos, contribuindo para práticas de gestão ambiental mais sustentáveis no setor.

O estudo aqui apresentado não pretende esgotar o tema, apontando para a necessidade de aprofundar sobre o modelo de tratamento de efluente bruto, em especial da Empresa B, visando desta forma contribuir para uma melhor qualidade do manancial onde os mesmos são despejados.

8. REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas (ANA). **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília:** ANA, 2017. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/impressao/publicacoes/ATLASeESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf. Acesso em: 30 out. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil.** Brasília: ANA, 2022. Disponível em: https://www.ana.gov.br/portalpnqa/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf. Acesso em: 23 out. 2025.
- AZZOLINI, J.C.; FABRO, L.F. **Monitoramento da eficiência do sistema de tratamento de efluentes de um laticínio da região meio-oeste de Santa Catarina.** Unoesc & Ciência ACET, v. 4, p. 43-60, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/2670>. Acesso em: 27 out. 2025.

Bernardes, N. dos R. Análise da Competitividade de Laticínios em Goiás [manuscrito]. 2022. 116 f. il.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430**, 2011.

BRK Ambiental. **Problemas causados pelo despejo de esgoto sem tratamento nos rios**, 2019. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/problemas-causados-pelo-esgoto>. Acesso em: 30 out. 2025.

CAMARGO, A. A. B.; GRAVINA, C. R. B. Análise da correlação entre DQO e DBO_{5,20} e os efeitos da sazonalidade em efluentes de estações de tratamento de esgoto. In: **CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 33., 2024, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABES, 2024. p. 1–7. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anaisletronicos/33cbesa/963_tema_ii.pdf. Acesso em: 20 out. 2025.

CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES CAPES, 2025. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>. Acesso em: 05 de maio de 2025.

DANTAS, M. S.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C.; CHRISTOFARO, C.; OLIVEIRA, S. C. *Effect of 45 full-scale WWTPs on tropical receiving water bodies in Brazil by partial least squares-discriminant analysis*. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, v. 12, n. 7, p. 529-541, 2022. Disponível em: <https://iwaponline.com/washdev/article/12/7/529/89588/Effect-of-45-full-scale-WWTPs-on-tropical>. Acesso em: 23 out. 2025.

DIÁRIO AGRÍCOLA AGROPLANNING. **Indústria goiana de laticínios conquista premiação com projeto de preservação da água**, 2021. Disponível em: <https://www.agroplanning.com.br/2021/11/24/industria-goiana-de-laticinios-conquista-premiacao-com-projeto-de-preservacao-da-agua/>. Acesso em: 21 de maio de 2025.

DIGIOVANI, M. S. C. **Leite: produção aumenta 6% no Brasil e 10% no PR em 2013**, Sistema Faep, Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/leite-producao-aumenta-6-brasil-e-10-pr-em-2013/>. Acesso em: 04 de maio de 2025.

DOS SANTOS, N.; HERNANDES DA SILVA, L.; MELO DOS SANTOS, A. **Tratamento de efluentes líquidos na indústria de laticínios: uma revisão**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, [S.l.], v. 77, n. 3, p. 168-176, fev. 2022. ISSN 2238-6416. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/889/591>>. Acesso em: 05 jun. 2025.

ECODATA. **Lista de empresas de laticínios(C-105) no Brasil,2025**. Disponível em: <https://www.econodata.com.br/empresas/todo-brasil/laticinios-c-105>. Acesso em 04 de maio de 2025.

EMPRESAQUI. **Empresas de Laticínios em Goiás | Dados estratégicos,2025**. Disponível em: https://www.empresaqui.com.br/empresas/laticinios/go?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 04 de maio de 2025.

Encontra Goiás. **Mapa das mesorregiões de Goiás**, s/d. Disponível em: <https://www.encontragoias.com.br/mapas/mapa-cidades-de-goias.htm>. Acesso em: 13 dez 2025.

GONÇALVES, A. C. S. **Diagnóstico operacional de uma estação de tratamento de efluentes em uma indústria de laticínios: estudo de concepção de pós-tratamento**. 2025. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia Agrícola e Ambiental - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2025. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/99da61c0-2bf8-47fb-8337-66bc6aadda3e>. Acesso em: 05 jun. 2025.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de leite – Goiás**, 2023. Recuperado de <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/go>. Acesso em: 04 de maio de 2025.

LONGUINE, T. C.; TOMAZELLI, A. C.; CARREGARI, K. R. **Relação entre a Demanda Bioquímica e Química de Oxigênio e o uso do solo na microbacia do Córrego dos Campos (Ribeirão Preto, SP)**. CONIC – Congresso Nacional de Iniciação Científica, São Paulo, SEMESP. 2020. Disponível em: <https://conic-semesp.org.br/anais/files/2014/trabalho-1000018451.pdf>. Acesso em: 27 out. 25.

LUCAS, L.M.; CUNHA, S.B. **Rede de drenagem urbana em área tropical: mudanças na morfologia do canal e níveis de poluição das águas-Rio dos Macacos-Rio de Janeiro-RJ**. GEOUSP: Espaço e Tempo, n. 22, p. 39-64, 2007. Disponível em: <https://revistas.usp.br/geousp/article/view/74065>. Acessado em: 27 out. 2025.

MACHADO, R. M. G.; SILVA, P. C.; FREIRE, V. H.; FIGUERÊDO, D. V.; FERREIRA, P. E. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios**. Projeto Minas Ambiente. 2002.

MAGANHA, M. F. B. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Produtos Lácteos**. São Paulo: CETESB, 2008; p. 95. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/laticinio.pdf>. Acesso em: 04 de maio de 2025.

MOREIRA, E. M. da S.; SILVA, J. D. P. da. **Gestão de resíduos líquidos e sólidos gerados em processos de laticínios: provocações para o engenheiro químico**. REVISTA FOCO, [S. l.], v. 17, n. 10, p. e6540, 2024. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/6540>. Acesso em: 05 jun. 2025.

NETTO, D. **Utilização de Zeólitas como adsorvente no tratamento terciário de efluentes proveniente de indústrias de processamento de leite**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2011.

NEVES, G. Z. de F. *et al.* **A chuva no Estado de Goiás e Distrito Federal: aspectos espaciais, temporais e dinâmicos**. Revista Brasileira de Climatologia, Ano 15 – Edição Especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica – jun. 2019. Disponível

em:

https://www.researchgate.net/publication/339394257_A_CHUVA_NO_ESTADO_DE_GOIAS_E_DISTRITO_FEDERAL_ASPECTOS_ESPACIAIS_TEMPORAIS_E_DINAMICOS. Acesso em: 23 out. 2025.

OPENAI. ChatGPT [inteligência artificial]. Utilizado como ferramenta de apoio à escrita e formatação acadêmica. Disponível em: <https://chatgpt.com>.

REVIVA SOLUÇÕES EM TRATAMENTOS DE EFLUENTES. **Tratamento de Efluentes de Laticínios: Por que é importante?**, 2024. Disponível em: <https://revivaambiental.com/tratamento-de-efluentes-de-laticinios-por-que-e-importante/>. Acesso em: 05 de maio de 2025.

RUDARU, D. G.; LUCACIU, I. E.; FULGHECI, A. M. *Correlation between BOD5 and COD*, 2022. biodegradability indicator of wastewater. Romanian Journal of Ecology & Environmental Chemistry, v. 4, n.

SILVA, A. R. B. **Tratamento de Efluentes na Indústria de Laticínios. Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Químico)**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 26p, 2013.

SUPERBAC *Bio Technology Solutions*. **Tratamento de efluentes: saiba qual é a diferença entre DBO e DQO. 13 out. 2020** (atualizado em 22 out. 2022). Disponível em: <https://www.superbac.com.br/blog/tratamento-de-efluentes-saiba-qual-e-a-diferenca-entre-dbo-e-dqo>. Acesso em: 21 out. 2025.

TABELINI, D. B. **Efluente de laticínios mineiros: avaliação de suas características, tratamento e do seu potencial biotecnológico**. universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unifal-mg.edu.br/items/1b20fa09-f02c-4e53-8413-b6628d9e0446>. Acesso em: 05 jun. 2025.

TECNAL. **DQO vs DBO. Piracicaba**, SP: Tecnal, [s.d.]. Disponível em: https://tecna.com.br/pt-BR/blog/214_dqo_vs_dbo. Acesso em: 21 out. 2025.

Tera Ambiental. **Conheça os danos causados pelos efluentes não tratados**,2021.

Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/350779/conheca-os-danos-causados-pelos-efluentes-nao-tratados>.

Acesso em: 01 nov. 2025.