

TRATABILIDADE DE EFLUENTES AGROINDUSTRIAIS A PARTIR DA RELAÇÃO DQO/DBO₅

João Henrique Nogueira dos Santos¹, Bianca Rodrigues Santos², Vitor Marcos Lima dos Santos³, Fernanda Aguida Sousa de Deus⁴, Miriam Cleide Cavalcante de Amorim⁵

¹ Graduando em Engenharia agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA, Brasil (nogueirajoaohenrique180@gmail.com)

² Graduanda em Engenharia agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco

³ Graduando em Engenharia agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco

⁴ Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal do Vale do São Francisco

⁵ Docente do colegiado de Engenharia agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco

Resumo: Verificou-se a tratabilidade de efluentes agroindustriais pela relação DQO/DBO₅. Foram analisados artigos com dados de efluentes de laticínios dos últimos cinco anos no Google Acadêmico e caracterizações de efluentes vinícolas, resíduos de abatedouro, soro de leite obtidas no LEA da UNIVASF. Os resultados indicam que grande parte dos efluentes apresenta boa degradabilidade, com potencial de reuso e tratabilidade.

Palavras-chave: DQO; biodegradabilidade; laticínios; agroindústria.

INTRODUÇÃO

Alimentos produzidos por pequenas agroindústrias lácteas desempenham papel relevante no fortalecimento cultural e na permanência de povos tradicionais em seus territórios, ao mesmo tempo que movimentam o desenvolvimento do comércio local. Essas atividades estão normalmente ligadas à agricultura familiar, responsável por aproximadamente 81,0% da produção agroindustrial (Queiroz et al., 2025). Nesse cenário, pequenos agricultores exercem atividades produtivas que garantem a totalidade ou a maior parte de sua renda, reforçando a importância socioeconômica dessas práticas (Bastian et al., 2025).

O leite pode ser aproveitado de diversas formas como ricota, manteiga, doces e principalmente para produção de queijos. Esses produtos podem ser originados de leites bovinos ou caprinos, o leite bovino apresenta características favoráveis a produção de queijos, além da ampla disponibilidade, já o leite caprino possui maior quantidade de caseína e melhor digestibilidade, essa variedade de produtos, reflete que o setor lácteo é dinâmico e crescente (Ferreira et al., 2025).

Analogamente, as indústrias de abate e a vinicultura apresentam expressiva relevância no mercado, refletindo diretamente na dinâmica econômica do setor alimentício. Em setembro de 2025, o setor de alimentos e bebidas registrou crescimento de 5,8% em relação ao mês anterior, impulsionado principalmente pela produção de alimentos, como carnes e queijos, contudo foi observado redução na produção de

bebidas alcoólicas (FGV, 2025). Esse cenário contribui para empregabilidade e circulação da econômica, entretanto o aumento da produção industrial também implica maior geração de águas residuárias resultantes dessas atividades.

Esses efluentes advindos de agroindústrias representam um alto risco para ambientes aquáticos por sua elevada carga orgânica e presença de compostos complexos. De maneira semelhante, a água presente em cursos d'água urbanos normalmente apresentam alta carga orgânica e presença de compostos recalcitrantes, oriundos do despejo irregular de esgoto (Gonzatto, 2024).

Essa carga orgânica presente nos efluentes pode ser mensurada indiretamente pela avaliação da demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Efluentes com altos valores de DQO e DBO se lançados sem tratamento provocam alterações em ambientes aquáticos, pois reduzem o oxigênio dissolvido (OD), fator crítico para atividades de organismos aeróbios (Almeida et al., 2025).

De acordo com Von Sperling (2005) a relação DQO/DBO₅ a depender de sua magnitude, pode indicar a potencial biodegradabilidade de efluentes bem como o método de tratamento ou sua tratabilidade. De acordo com o autor, águas residuárias oriundas de residências (esgotos domésticos) possuem relação DQO/DBO₅ em torno de 1,7 a 2,4, enquanto em efluentes industriais essa relação varia amplamente, possivelmente pela magnitude de processos de produção e matéria prima sendo necessária uma avaliação específica para determinar sua biodegradabilidade.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a biodegradabilidade e tratabilidade de efluentes agroindustriais a partir da relação DQO/DBO₅ obtidas para efluentes estudados nos últimos cinco anos e, por meio da análise dos artigos publicados, comparando-os com relações DQO/DBO₅ de efluentes da agroindústria de vinícola, abatedouro e laticínios caprinos/bovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em duas etapas, inicialmente, no dia 29 de março de 2026, foi realizada uma busca de anterioridades na base de dados Google Acadêmico para obtenção de estudos com soro de leite. Para isso, utilizaram-se as palavras-chave e os booleanos “soro de leite AND DQO AND DBO₅”. A pesquisa foi ajustada para retornar artigos com ocorrência das palavras-chave em qualquer lugar dos trabalhos, utilizando a busca avançada da base de dados.

Em seguida, aplicou-se um filtro temporal de cinco anos. Posteriormente, os artigos foram selecionados com base no título e na presença das variáveis DQO e DBO₅, o que resultou na exclusão de grande parte dos estudos inicialmente encontrados. Por fim, nos trabalhos restantes, realizou-se uma avaliação quanto à presença de dados de DQO e DBO₅, sejam eles obtidos experimentalmente ou citados da literatura. Esses dados foram então coletados para posterior cálculo da relação DQO/DBO₅. A conclusão sobre a tratabilidade dos efluentes foi avaliada conforme Von Sperling (2005) resumido na Tabela 1.

Tabela 1. Biodegradabilidade e tratabilidade e de efluentes em função da relação DQO/DBO₅

DQO/DBO ₅ baixa (< 2,5)	- Fração biodegradável elevada; - Indicação para tratamento biológico.
DQO/DBO ₅ intermediária (entre 2,5 e 3,5)	- Fração biodegradável não elevada; - Indicação de estudos de tratabilidade para verificar viabilidade do tratamento biológico.
DQO/DBO ₅ Alta (> 3,5 ou 4,0)	- Fração inerte (não biodegradável) é elevada; - Possível indicação para tratamento físico-químico.

Na segunda a etapa do trabalho, foram coletados dados de caracterização de efluentes de vinícola, abatedouro, soro resultante da produção de queijo caprino e bovino. Tais informações foram obtidas do acervo de

dados do Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA-UNIVASF) e deles foram extraídos os valores de DQO e DBO com posterior cálculo da relação DQO/DBO₅ e avaliação da biodegradabilidade e indicação de tratabilidade. As análises desses efluentes foram realizadas em triplicata e em conformidade com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

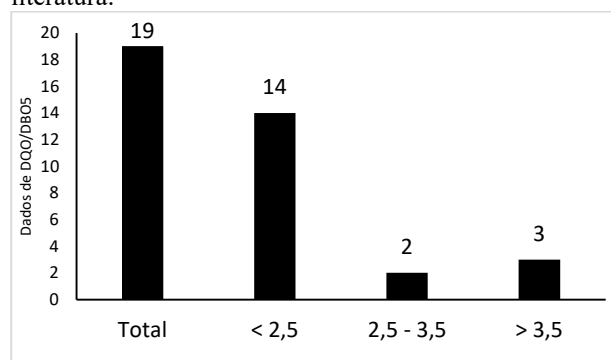
A estratégia de busca executada na base de dados com a aplicação das palavras-chave escolhidas resultou em um total de 888 artigos (Tabela 2). Após a filtragem por ano de submissão, um total de 711 artigos foram excluídos da pesquisa. Por fim, os trabalhos restantes foram analisados quanto ao título, resumo e contexto, reduzindo-se a quantidade de artigos aptos ao estudo para 19.

Tabela 2. Quantidade de trabalhos com soro de leite encontrados a partir da busca

Base	Total encontrados	Após filtragem	Utilizados
Google acadêmico	888	177	19

Estes textos foram incluídos no estudo final por apresentarem DQO e DBO₅ calculada ou citada de pesquisas anteriores. A avaliação da tratabilidade dos efluentes foi baseada no cálculo da relação DQO/DBO₅ dos trabalhos encontrados e dos dados obtidos em laboratório, os valores resultantes formam agrupados na figura a seguir.

Figura 1. Valores da relação DQO/DBO₅ Obtidos em literatura.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Os 19 textos incluídos no presente trabalho trataram de valores de DQO e DBO relativos a efluentes de laticínios. Os resultados apontam que a grande parte dos efluentes de agroindústrias citados possuem relação DQO/DBO₅ inferior a 2,5. Ou seja aproximadamente 73,69% dos efluentes estudados possuem fração biodegradável elevada e indicação para

tratamento biológico. Ao passo que 10,53% dos trabalhos apresentaram DQO/DBO₅ na faixa de 2,5 a 3,5 evidenciando fração biodegradável não elevada e indicação da necessidade de estudos de tratabilidade para verificar a viabilidade do tratamento biológico. Ademais 15,79% dos efluentes citados nos artigos oriundos da busca de anterioridades apresentaram DQO/DBO₅ > 3,5 evidenciando elevada fração inerte, ou seja, de difícil biodegradabilidade e possível indicação para tratamento físico-químico.

Segundo Oliveira (2025), efluentes que apresentam relação DQO/DBO inferior a 2,5 são considerados altamente biodegradáveis, o que em muitos casos, dispensa a aplicação de tecnologias mais complexas, como os processos de oxidação avançada. Dados da literatura relatam valores médios de aproximadamente 6000 mg O₂/L para DQO e 4000 mg O₂/L para DBO em efluentes de laticínios, resultando em uma relação DQO/DBO₅ média de 1,5, indicado fração biodegradável elevada (Alves et al., 2023). Corroborando com os resultados obtidos nessa pesquisa.

Na segunda etapa deste estudo, dos trabalhos realizados no Laboratório de Engenharia Ambiental (Tabela 3), apenas os dados obtidos por caracterização de resíduo de frigorífico enquadraram-se no grupo de elevada degradabilidade.

Tabela 3. Efluentes agroindústrias caracterizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental.

Efluente	DQO	DBO	DQO/DBO ₅
Efluente de vinícola	9974	1800	5,54
Efluente de VV	2640	1600	1,65
Efluente de VB	2895	2200	1,32
Soro de queijo bovino - N4	46107	2350	19,62
Soro bovino - Piauí	52645	2400	21,94
Soro caprino	75363	1000	75,36

*VV – Visceras vermelhas, VB – vísceras brancas.

A maior relação DQO/DBO₅ foi obtida para o efluente de soro caprino enquanto a menor foi obtida para o efluente de vísceras brancas. Os resultados apresentados mostram que aproximadamente 66,67% possuem relação DQO/DBO₅ alta e elevada fração inerte (baixa biodegradabilidade) incluindo os efluentes de soro bovino e caprino.

Silva et al. (2025) argumentam que valores elevados de DQO/DBO₅ estão ligados a presença de compostos orgânicos de baixa degradabilidade que podem estar relacionados ao processo de produção agroindustrial como compostos de alto peso molecular, polímeros e

aromáticos possivelmente presentes nos efluentes de vinícola e laticínios analisados.

Salton (2024) relata que, em efluentes de vinícola, a presença desses compostos está associada ao uso de produtos de limpeza na água de lavagem, no entanto o resíduo permite tratamento em lagoas de estabilização, bem como em filtros e reatores biológicos. Diferentemente do abordado pelo autor, os resultados obtidos para efluentes de vinícola indicam uma alta fração resistente à degradação microbiana. Esse tipo de efluente pode apresentar, em sua composição, compostos fenólicos e etanol; entretanto, sistemas biológicos, como reatores UASB e wetlands construídos, mostram-se eficazes na redução da carga poluente desses resíduos (Melchior & Freire, 2024).

Por outro lado, a relação DQO/DBO₅ calculada a partir dos dados de efluentes de abatedouro indica uma alta fração biodegradável. Ribeiro (2025), ao avaliar a indústria bovina, observou que esse setor gera entre 1,1 e 2,9 m³ de efluente, com elevada carga orgânica, especialmente devido à grande quantidade de sangue e gorduras; o autor concluiu que esse resíduo possui potencial para digestão anaeróbia. De modo geral, esses efluentes apresentam uma relação DQO/DBO₅ média de 1,9 e são gerados em diferentes etapas do abate, o efluente final apresenta grande quantidade de óleos e graxas, que podem ser degradados por enzimas como lipases, constituindo um atrativo para estudos de biorremediação (Haselroth, 2022).

Os dados relativos à relação DQO/DBO₅ para efluentes de laticínios estão distantes da média geral de 1,5 obtida pela prospecção. Esses efluentes podem ser tratados por processos de digestão aeróbia ou anaeróbia, pois a relação entre DQO e DBO encontradas em soro de leite geralmente caracterizam substratos de fácil degradabilidade, sendo o único fator limitante, a alta carga orgânica do efluente bruto, pois pode provocar problemas na transferência de oxigênio e sedimentação do lodo em sistemas de tratamento (Medeiros, 2022). Contudo, 100% dos dados de soro de leite obtidos no LEA resultaram em DQO/DBO₅ acima de 3,5 indicando a presença de frações recalcitrantes no efluente.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que grande parte dos efluentes de laticínios estudados na busca de anterioridades, indicam alta biodegradabilidade, e indicação de tratamento biológico. Resultado promissor para aplicação de tecnologias com sistemas biológicos descentralizados do tipo reatores anaeróbios como os UASB e sistemas Wetlands que podem ser aplicados como soluções de baixo custo em agroindústrias.



Quanto aos dados laboratoriais, apenas os efluentes de abatedouro apresentaram condições favoráveis a biodegradabilidade, enquanto os efluentes de vinícola e soro de leite apresentaram alta fração não biodegradável.

Como perspectivas futuras, a realização de uma pesquisa mais ampla e aprofundada, com a inclusão dos efluentes de vinícola e abatedouro, bem como a condução de testes de biodegradabilidade em laboratório, a fim de investigar a discordância observada entre a literatura e a prática no caso do efluente de soro de leite.

AGRADECIMENTOS

Ao MEC e o FNDE pelo incentivo a pesquisa e a UNIVASF e o grupo PET Saneamento Ambiental: Conexões e Saberes pelo suporte institucional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. B.; SANTOS, R.; SOUZA, R. R.; SANTOS, L. M.; FILHO, R. R. G. Uso de água cinza tratada como inóculo para monitoramento de DBO: uma abordagem sustentável. *Scientia Plena*, v. 21, p. 1–11, 2025.

ALVES, Elisangela S.; ALVES, Leandro V.; RAMOS, Paulize H. Caracterização físico-química do efluente industrial gerado pelo laticínio do IFSULDEMINAS, Campus Machado/MG. In: JORNADA CIENTÍFICA DO IFSULDEMINAS, 15., 2023, Muzambinho. *Anais [...]*. Muzambinho: IFSULDEMINAS, 2023. p. 1–9.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington, 2023.

AMORIM, M. C. de; SILVA, P. T. S.; SOBRINHO, M. A. M.; SILVA, A. F.; VALENÇA, W. C.; ALVES, I. Relação DQO/DBO₅ em efluentes da agroindústria da mandioca (manipueira) no submédio do Vale do São Francisco, Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAS (SIGERA), 3., 2013, São Pedro. *Anais [...]*. São Pedro: SBERA, 2013. p. 1–4.

BASTIAN, Lillian; VALADARES, Alexandre; ALVES, Fábio; SILVA, Sandro Pereira. Agroindústrias rurais nos censos agropecuários 2006 e 2017: uma análise para o Brasil, grandes regiões e estados. In: GESMAR, Rosa dos Santos; VALADARES, Alexandre Arbex; SILVA, Sandro Pereira. **Agricultura e diversidades: trajetórias,**

desafios regionais e políticas públicas no Brasil. 2. ed. Brasília: IPEA, 2025. cap. 3, p. 61–82.

FERREIRA, Stérffane Alves; GONÇALVES, Rayane dos Santos; MEIRELES, Wendy Andrade; NERES, Camila Pereira; BRITO, Emily Cristiane da Silva; BARROS, Kharenn Gomes; PINHO, Eduarda Barros de; SANTOS, Jacqueline Seixas dos; ROSANOVA, Clauber; CABRAL NETO, Otávio; RODRIGUES, Fernando Moraes. Análise comparativa do queijo minas frescal produzido com leite bovino e caprino. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 1, p. 1–20, 2025.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Índice de produção agroindustrial PIMAgro**. set. 2025. Disponível em: <https://agro.fgv.br/sites/default/files/2025-11/Coment%C3%A1rios%20%28set25%29.pdf#page=11.00>

GONZATTO, Mateus. **Uso de microrganismos eficientes em sistemas descentralizados de tratamento de esgoto: um estudo de caso em um biodigestor anaeróbio residencial da Ilha de Eufrasina, PR**. 2024. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal do Paraná, Campus Pontal, Pontal, 2024.

HASELROTH, Karen Jaqueline. **Aplicabilidade de bactéria lipolítica no pré-tratamento de efluente de abatedouro bovino**. 2022. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Biotecnologia) – Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2022.

MEDEIROS, Josimayra Almeida. **Biorremediação do soro de leite utilizando consórcio microalga-fungo**. 2022. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

MELCHORS, Emeline; FREIRE, Flavio Bentes. Sistemas de tratamento de efluentes de vinícola: tendências e desafios. **RIC**, v. 8, n. 13, p. 1–6, 2024.

OLIVEIRA, Victor Rocha. **Análise comparativa de processos oxidativos avançados em tratamento de efluentes e águas residuárias**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

QUEIROZ, Samárah Albanez de Souza; SALES, Danielle Cavalcanti; ARAÚJO, Emmanuella de Oliveira Moura; PEREIRA NETO, Manoel;



MATOS, Marta Maria Souza; NEVES, Josemir Araújo; SOUZA, Kessianny Cristina de; URBANO, Stela Antas; MARQUES JUNIOR, Sérgio; RANGEL, Adriano Henrique do Nascimento. Caracterização da produção de queijo de manteiga artesanal: contribuições para a proteção da tradição e indicação geográfica no Seridó, região semiárida brasileira. **Revista Aracê**, v. 7, n. 5, p. 27235–27280, 2025.

RIBEIRO, Ilmo Andreisson Marques. **Potencial de produção de biogás a partir do aproveitamento de resíduos ruminais de abatedouro de bovinos**. 2025. 75 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Energia e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

SALTON, Karine Zucco. **Eficiência do coagulante orgânico extraído do engaço da uva no tratamento de efluente de vinícola e estabilização dos resíduos remanescentes da vinificação através de compostagem**. 2024. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2024.

SILVA, Joelma Pereira da; GONÇALVES, Allan Bruno Dantas; SOUZA, Carlos Daniel Davi de; SILVA, Aline Cardoso Lima da; CRUZ, Carolaine da Silva Landim; SILVA, Lucimara Alves Bandeira da; NUNES, Flávio César Brito; SILVA, Fernando José Araújo da; BRITO, Maria Gorethe de Souza Lima. Estabilidade do sistema carbônico e remoção da carga orgânica volumétrica em reator UASB tratando efluente de frigorífico industrial. **Políticas Públicas & Cidades**, v. 14, p. 1–19, 2025.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.