

ESTUDO PRELIMINAR SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE DE UM LATICÍNIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Hugo Leite Ferreira¹
Camile Vitória¹
Núbia Pereira Silva¹
Diogo Silva Quinteiro¹
Bruno de Oliveira Amaral¹
Michelle Pereira Babisk²
Diego Borges Tabelini³

RESUMO

O Brasil garantiu seu lugar entre os cinco maiores produtores de leite do mundo, o estado do Espírito Santo contribuiu com essa posição com a produção de mais de 361 milhões de litros. De acordo com os últimos números divulgados pelo IBGE em 2022, estima-se que em 2021 o Brasil produziu 35,3 Bilhões de litros de leite. O propósito deste estudo consiste em analisar e correlacionar parâmetros físico-químicos dos efluentes proveniente do laticínio situado em Cachoeiro de Itapemirim. No desenvolvimento desta pesquisa foram realizados ainda levantamentos bibliográficos em artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses com o auxílio do Google Acadêmico, além das bases de dados Scielo, Web of Science e Scopus. Os resultados obtidos foram comparados aos encontrados na literatura. Independente do processo adotado (aeróbio ou anaeróbio) o efluente necessitaria de suplementação para uma atividade microbiológica mais equilibrada. A verificação da existência de correlação linear entre a DBO5 e DQO é de grande valia para o monitoramento de estações de tratamento de efluentes, visto que a DQO é mais facilmente obtida, por ser uma análise mais rápida, enquanto a de DBO demanda 5 dias para ser determinada, e possui valor 4,5 vezes maior que a anterior. O tratamento anaeróbio, caso seja utilizado tratamento biológico, é o indicado, visto que seu gasto energético é bem menor que o tratamento aeróbio.

¹ Graduandos dos Cursos de Engenharias da Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim-ES, hugoleiteferreira015@gmail.com; camiletorio@gmail.com; nubiapereira.silva03@gmail.com; diogoquinteiro1@gmail.com; brunoamaral25@hotmail.com

² Professora orientadora: doutora em Engenharia e Ciência dos Materiais, pesquisadora externa, michellebabisk@hotmail.com

³ Professor orientador: mestre em Biotecnologia, Cursos de Engenharias da Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim-ES, diegoborgestabelini@gmail.com

Palavras-chave: Efluente; Laticínio; Meio Ambiente; Tratamento.

ABSTRACT

Brazil secured its place among the five largest milk producers in the world, the state of Espírito Santo contributed to this position with the production of more than 361 million liters. According to the latest figures released by IBGE in 2022, it is estimated that in 2021 Brazil produced 35.3 billion liters of milk. The objective of this study is to analyze and correlate the physical-chemical interactions of effluents from the dairy located in Cachoeiro de Itapemirim. In developing this research, bibliographical surveys were also carried out on scientific articles, course completion works, dissertations and theses with the help of Google Scholar, in addition to the Scielo, Web of Science and Scopus databases. The results obtained were compared to those found in the literature. Regardless of the adoption process (aerobic or anaerobic), the effluent would require supplementation for a more balanced microbiological activity. Verifying the existence of linear brightness between BOD5 and COD is of great value for monitoring effluent treatment plants, as COD is more easily obtained, as it is a faster analysis, while BOD requires 5 days to be determined, and has a value 4.5 times greater than the previous one. Anaerobic treatment, if biological treatment is used, is recommended, as its energy expenditure is much lower than aerobic treatment.

Key-words: Effluent; Dairy; Environment; Treatment.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da população, a indústria alimentícia registrou um enorme crescimento no setor dos laticínios. O Brasil garantiu seu lugar entre os cinco maiores produtores de leite do mundo, o estado do Espírito Santo contribuiu com essa posição com a produção de mais de 361 milhões de litros. De acordo com os últimos números divulgados pelo IBGE em 2022, estima-se que em 2021 o Brasil produziu 35,3 Bilhões de litros de leite.

No setor de laticínios do Brasil, é produzida uma quantidade de efluente entre 1,1 e 6,8 metros cúbicos por metro cúbico de leite processado. Segundo Saraiva *et al.* (2009), a quantidade de efluente gerado por uma fábrica de laticínios está diretamente

relacionada com a quantidade de água consumida, 75% a 95% da água utilizada na indústria é transformada em efluente, observado na Figura 1.

A água residuária proveniente de laticínios contém elevadas quantidades de carboidratos, proteínas, gorduras e nutrientes como fósforo e nitrogênio. Além disso, apresenta elevados teores de DQO e DBO (Demanda Química e Bioquímica de Oxigênio, respectivamente), bem como resíduos de detergentes e desinfetantes utilizados na limpeza de equipamentos. A descarga desses resíduos em corpos de água, sem seu devido tratamento, resulta em contaminação. O excesso de fósforo e o nitrogênio pode levar à eutrofização dos corpos hídricos receptores (LOPES, *et al.*, 2016).

Figura 1 – Representação do consumo de água e efluente gerado na produção de leite



Fonte: Autores (2023).

Quanto ao descarte desses efluentes, é necessário que sejam tratados e estejam em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental federal atualmente em vigor (CONAMA) (Brasil, 2011).

O propósito deste estudo consiste em analisar e correlacionar parâmetros físico-químicos dos efluentes proveniente do laticínio situado em Cachoeiro de Itapemirim, estabelecendo a relação entre DQO, DBO e nutrientes presentes nos efluentes, utilizando esses dados para direcionar o tratamento mais adequado (físico-químico ou biológico aeróbio ou anaeróbio) a ser aplicado às águas residuais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A formulação deste estudo se deu a partir de dados coletados no laticínio de Cachoeiro de Itapemirim, os aspectos físico-químicos dos efluentes dos últimos 19 meses (março/2022 a setembro/2023) foram interpretados e estabelecida a relação entre os principais parâmetros, além das razões DBO/DQO, DBO:N:P e DQO:N:P. Para estabelecer uma correlação linear entre DQO e DBO foi utilizado o Microsoft Excel 2020.

No desenvolvimento desta pesquisa foram realizados ainda levantamentos bibliográficos em artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses com o auxílio do Google Acadêmico, além das bases de dados Scielo, Web of Science e *Scopus*. Os resultados obtidos foram comparados aos encontrados na literatura.

Todo o estudo foi desenvolvido em parceria com o colegiado de engenharia da faculdade Multivix, com o laticínio local e com a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santos (FAPES).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados cedidos pelo laticínio foram organizados e podem ser contemplados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos do efluente da indústria de laticínio de Cachoeiro de Itapemirim.

DBO5 (mg de O ₂ .L ⁻¹)	DQO (mg de O ₂ .L ⁻¹)	NKT (mg.L ⁻¹)	N-NH3 (mg.L ⁻¹)	PT (mg.L ⁻¹)	Temperatura (°C)	O&G (mg.L ⁻¹)	pH	Mês da coleta
610	2900	-	31	24	34,3	130	10	set/23
390	6000	13	11	34	28,7	91	6	ago/23
230	3100	6,4	2,7	19	27,3	98	12	jul/23
300	1900	7,7	6,5	11	32,4	110	12	jun/23
100	1500	-	0,5	3,9	23,4	95	6	mai/23
220	2600	6,9	2,3	28	30,8	115	11	abr/23
390	8700	10	9,8	41	35,6	93	10	mar/23
240	3700	17	8,5	14	34,1	140	12	fev/23
360	3100	-	5,8	6,9	29,4	120	11	jan/23
840	9400	55	14	13	30,3	119	3	dez/22
660	5100	8,4	7,3	39	27,8	25	11,7	nov/22
180	2600	3,9	4	18	35,1	110	11	out/22
360	1200	8	2,9	11,7	30,1	55	10	set/22
920	19000	40	57	41	32,6	100	10	ago/22
350	1500	8,4	87	23	31	80	10	jul/22
590	11000	18	26	48	29,3	120	6	jun/22
100	1500	-	0,5	3,9	23,4	95	6	mai/22
220	2600	6,9	2,3	28	30,8	115	11	abr/22
240	3700	17	8,5	14	34,1	140	12	mar/22

Fonte: Autores (2023).

Com os valores referentes às características do efluente, foram estabelecidas faixas de amplitude, médias e seus desvios-padrão (DP), assim como a quantidade de cada parâmetro usado para esses cálculos (Tabela 2).

Tabela 2 – Faixa e média de parâmetros para os dados do efluente da indústria de laticínio de Cachoeiro de Itapemirim.

Parâmetros	Nº de dados usados	Faixa	Média ± DP
DBO5 (mg O ₂ .L ⁻¹)	19	100 - 920	384,21 ± 235,26
DQO (mg O ₂ .L ⁻¹)	19	1200 - 19000	4794,74 ± 4461,87
NKT (mg.L ⁻¹)	15	3,9 - 55	12,01 ± 13,89
N-NH ₃ (mg.L ⁻¹)	19	0,5 - 87	15,14 ± 22,15
PT (mg.L ⁻¹)	19	3,9 - 48	22,18 ± 13,44
Temperatura (°C)	19	23,4 - 35,6	30,55 ± 3,5
O&G (mg.L ⁻¹)	19	25 - 140	102,68 ± 27,9
pH	19	3 - 12	9,51 ± 2,7

Fonte: Autores (2023).

Para fins de análise da biodegradabilidade, a Tabela 3 apresenta as relações entre DBO5/DQO e os nutrientes fósforo e nitrogênio, seguindo a relação mínima de DQO:N:P de 250:5:1 para processos anaeróbios e DBO5:N:P de 100:5:1 para processos aeróbios (SANTANA JR., 2013).

Tabela 3 – Relações entre matéria orgânica e nutrientes para o efluente da indústria de laticínio de Cachoeiro de Itapemirim

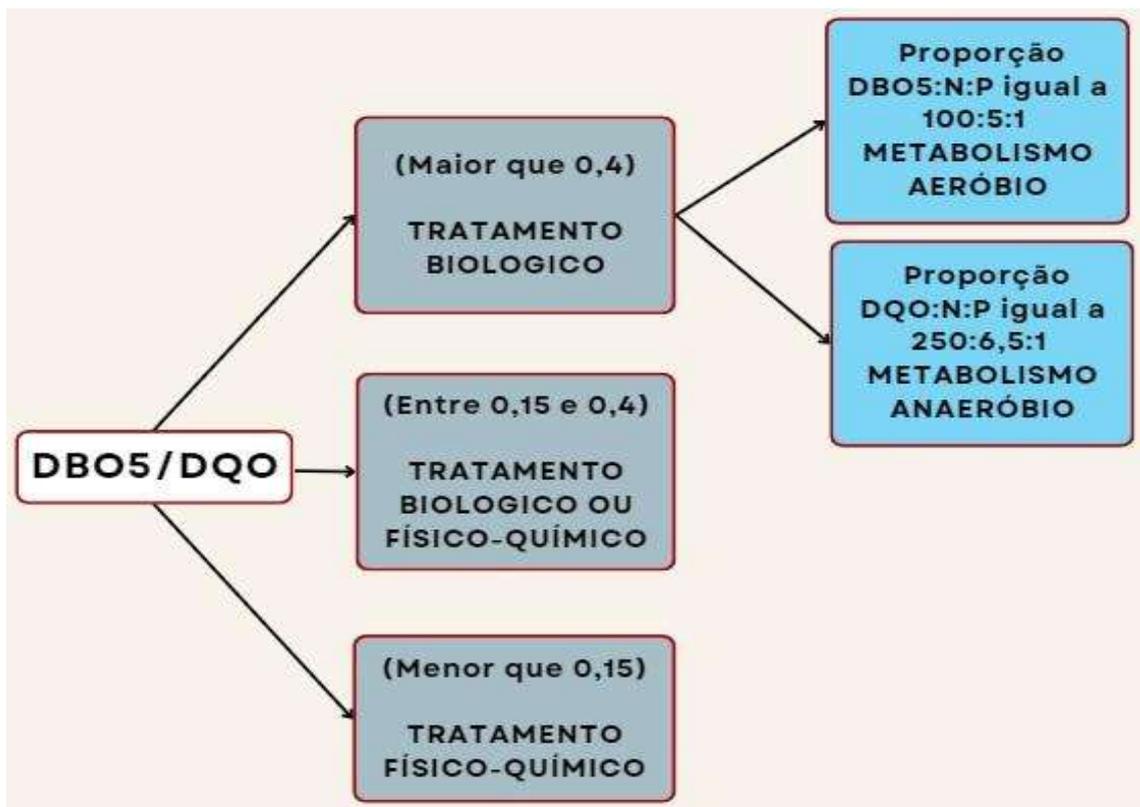
Mês da coleta	DBO5/DQO	DBO5:N:P	DQO:N:P
set/23	0,21	100: - :3,93	250: - :2,07
ago/23	0,07	100:3,33:8,72	250:0,54:1,42
jul/23	0,07	100:2,78:8,26	250:0,52:1,53
jun/23	0,16	100:2,56:3,67	250:1,01:1,45
mai/23	0,07	100: - :3,9	250: - :0,65
abr/23	0,08	100:3,14:12,73	250:0,66:2,69
mar/23	0,04	100:2,56:10,51	250:0,29:1,18
fev/23	0,06	100:7,08:5,83	250:1,19:0,95
jan/23	0,12	100: - :1,92	250: - :0,56
dez/22	0,09	100:6,55:1,55	250:1,46:0,35
nov/22	0,13	100:1,27:5,91	250:0,41:1,91
out/22	0,07	100:2,17:10	250:0,38:1,73
set/22	0,30	100:2,22:3,25	250:1,67:2,44
ago/22	0,05	100:4,35:4,46	250:0,53:0,54
jul/22	0,23	100:2,4:6,57	250:1,4:3,83
jun/22	0,05	100:3,05:8,14	250:0,41:1,09
mai/22	0,07	100: - :3,9	250: - :0,65

abr/22	0,08	100:3,14:12,73	250:0,66:2,69
mar/22	0,06	100:7,08:5,83	250:1,15:0,95

Fonte: Autores (2023).

A Figura 2 organiza os tipos de tratamento adequado para cada tipo de efluente segundo Santana Jr. (2013) e Von Sperling (2014).

Figura 2 – Relação de tratamento indicado para valores de razão DBO₅/DQO



Fonte: Autores (2023).

Por meio da análise da razão DBO₅/DQO (índice de biodegradabilidade) é possível concluir que cerca de 79% das amostras apresentaram valores inferiores a 0,15, o que indica a pequena biodegradabilidade do efluente, apontando para os tratamentos físico-químicos como o mais adequado (JANCZUKOWICZ *et al.*, 2008).

Para fins de análise da necessidade ou não de aeração nos tratamentos biológicos, caso fossem utilizados, fixou-se a relação de 250:5:1 para processos anaeróbios e 100:5:1 para processos aeróbios. Efluentes lácteos tendem a apresentar uma difícil degradação devido a existência de gorduras em sua composição (CICHELLO *et al.*, 2013)

Diante dos registros na Tabela 3, é possível notar que independente do processo adotado (aeróbio ou anaeróbio) o efluente necessitaria de suplementação para uma atividade microbiológica mais equilibrada.

A verificação da existência de correlação linear entre a DBO5 e DQO é de grande valia para o monitoramento de estações de tratamento de efluentes, visto que a DQO é mais facilmente obtida, por ser uma análise mais rápida, enquanto a de DBO demanda 5 dias para ser determinada, e possui valor 4,5 vezes maior que a anterior. A correlação linear calculada foi de 0,6, o que não nos permitiu estabelecer equação de obtenção de DBO5 a partir do valor de DQO, como almejado, visto que correlações ideais para isso devem possuir valor superior a 0,8 (SILVA e MENDONÇA, 2003). Apesar da correlação não ser a esperada para esse efluente, há evidências na literatura de que efluentes de laticínios, em sua maioria, podem apresentar de fato uma correlação acima de 0,8 (BATISTA e AGUIAR, 2018).

4 CONCLUSÃO

Pela análise das características físico-químicas dos efluentes do laticínio cachoeirense, pode-se constatar que esse tipo de efluente é, em geral, rico em matéria orgânica, mas apresenta baixa biodegradabilidade, uma vez que a razão DBO5/DQO foi inferior a 0,15 em mais de 79% das verificações, indicando o tratamento físico-químico como o mais adequado a esse efluente. De acordo com os dados obtidos, concluiu-se que o tratamento anaeróbio, caso seja utilizado tratamento biológico, é o indicado, visto que seu gasto energético é bem menor que o tratamento aeróbio e ao fato de os efluentes não necessitarem de uma concentração tão grande de nutrientes, como é o caso do aeróbio, minimizando assim a necessidade de suplementação no processo de tratamento. Apesar da literatura comprovar que efluentes de laticínios possuem elevada correlação entre DBO5 e DQO, o efluente avaliado apresentou correlação de 0,6, considerada inadequada para estabelecer equação e determinação de um em função do outro.

5 REFERÊNCIAS

BATISTA, Nilton Bruno Silva; AGUIAR, André. **Estudo de parâmetros físico-químicos e suas correlações para efluentes de laticínios do estado de Minas Gerais**. XXII Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, Itajubá-MG, Brasil. 2018.

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

CICHELLO, Giovanna Carolina Ventriglia; RIBEIRO, Rogers; TOMMASO, Giovana. **Caracterização e cinética do tratamento anaeróbio de efluentes de laticínios.** UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde, v. 15, n. 1, p. 27-40, 2013

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa trimestral do Leite – 1º trimestre de 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

JANCZUKOWICZ, Wojciech; ZIELIŃSKI, Marcel; DEBOWSKI, Marcin. **Biodegradability evaluation of dairy effluents originated in selected sections of dairy production.** Bioresource Technology, 2008.

LOPES, Rita de Cássia Souza de Queiroz; ANDRADE, Isadora Rosário; DANTAS, Isadora Rosário; RODRIGUES, Luciano Brito; NETO, José Adolfo de Almeida. **Wetlands construídas na redução de carga orgânica de efluente de laticínio.**

Anais do IV Simpósio de Engenharia de Produção, v. 9, n. 1, p. 107-120, Recife - PE, Abril - 2016.

SANTANNA JR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações.** [S. l.: s. n.], 2013.

SARAIVA, Claudety Barbosa et al. **Consumo de água e geração de efluentes em uma indústria de laticínios.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, [S.l.], v. 64, n. 367, p. 10-18, dez. 2009.

SILVA, Sara R.; AGUIAR, Marluce M.; MENDONÇA, Antônio S. F. **Correlação entre DBO e DQO em esgotos domésticos para a região de Grande Vitória - ES.** In. Anais do Congresso da Água. Vitória, 2003.

VON SPERLING, Marcos. (org.) **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**, 4th ed., Editora UFMG, 2014.