

## **IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE QUEIJO MINAS FRESCAL E QUEIJO MINAS CURADO A PARTIR DA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA**

Amanda Almeida da Silva<sup>1</sup>; Lílian Bechara Elabras Veiga<sup>1</sup>; Simone Lorena Quitério  
de Souza<sup>1</sup>; Marcelo Guimarães Araújo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), RJ, Brasil.

<sup>2</sup>Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, RJ, Brasil.

### **RESUMO**

O Brasil é um grande produtor de laticínios. Além do papel nutricional, o leite é importante para a economia do país, responsável por gerar emprego e renda. Apesar dos benefícios, a indústria de laticínios está associada à consideráveis impactos ambientais, como consumo de água e energia em excesso, geração de grande quantidade de resíduos e efluentes ricos em matéria orgânica, além de geração de gases de efeito estufa (GEE). A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta de gestão ambiental utilizada para mensurar os impactos ambientais de produtos, bens e serviços. Este estudo utilizou a ACV para avaliar os impactos resultantes da produção do queijo minas frescal e queijo minas curado em uma fabricação artesanal localizada no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil. A partir do estudo realizado identificou-se que os impactos ambientais mais significativos estão associados a fazenda leiteira, onde há maior emissão de GEE, associados a fermentação entérica dos animais, sendo as categorias de impactos mais relevantes mudanças climáticas (31,56%) e toxicidade humana com efeitos cancerígenos (35,46%). Por utilizar maior quantidade de leite em sua fabricação, o queijo minas curado apresenta maiores percentuais de impactos quando comparado ao queijo minas frescal. Assim, visando reduzir os impactos ambientais, sugere-se medidas mitigatórias, como mudanças na alimentação dos animais.

Palavras-chaves: Avaliação do Ciclo de Vida; Queijo Minas Frescal; Queijo Minas Curado; Impactos ambientais.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor no setor de laticínios, e, por isso, além da do papel nutricional, o leite possui grande importância na geração de emprego e renda no país (ROCHA *et al.*, 2020). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2019), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia. Em 2020, a produção de leite no país foi, em média, de 35 milhões de litros (Embrapa, 2021). Por apresentar baixo custo e alto valor nutricional, este alimento é utilizado como matéria-prima na composição de diversos produtos e amplamente consumido por toda a população (GOLDBARG, 2005; MILANI *et al.*, 2011).

Entre os produtos lácteos o queijo está entre os mais consumidos, correspondendo a 14% do consumo de laticínios mundial (SIQUEIRA e SCHETTINO, 2021). No Brasil, o queijo mina frescal está entre os mais consumidos. Possui uma massa crua com coloração esbranquiçada e consistência mole devido ao alto teor de água (SILVA, 2005). O queijo minas curado passa por um processo de maturação onde ocorre a perda de água, o que resulta em alterações nas características sensoriais, químicas e bioquímicas do produto final (SALUM *et al.*, 2018; CARNEIRO *et al.*, 2020).

Como toda a indústria, o setor de laticínios também produz impactos ambientais, estando a maior parte deles associados à fazenda, de onde a matéria-prima principal, o leite, é extraída (MILANI *et al.*, 2011). Feil *et al.* (2020), destacam o alto consumo de água utilizado na produção de lácteos, que, a partir do processo produtivo, resulta em uma significativa quantidade de efluentes líquidos, como o soro do leite e a água de limpeza.

Esses impactos ambientais podem ser mensurados através da ferramenta de gestão ambiental conhecida como Avaliação do Ciclo de vida (ACV). A ACV é uma metodologia utilizada para identificar e contabilizar os impactos ambientais gerados por um produto ou serviço ao longo de toda sua cadeia produtiva, ou seja, desde a extração da matéria-prima até a disposição final do produto (MÜLLER *et al.*, 2020). Por permitir a realização de uma análise do berço ao túmulo, a ACV permite uma análise ampla dos prós e contras de um processo produtivo (WILLERS *et al.*, 2013).

Zhao *et al* (2018) realizaram um estudo de ACV para calcular a contribuição da indústria de laticínios para a pegada de carbono na produção do leite na fazenda, no processamento e transporte dos produtos e no descarte de resíduos de embalagens. A produção de leite é responsável por 75,27% das emissões de carbono, enquanto os demais por 15,45%, 3,89% e 5,89% respectivamente. O estudo concluiu que a pegada de carbono associada a produção de leite poderia ser reduzida através de um ajuste nas proporções / percentagens dos componentes da alimentação animal.

Cabral *et al* (2018) realizaram um estudo de ACV da produção de queijo de cabra, em uma indústria de laticínios localizada no município de São Gonçalo, estado do Rio de Janeiro, Brasil. O estudo concluiu que a fase da produção do leite é a que contribui com maiores impactos ambientais do produto, predominantemente, o uso da terra para a produção de soja, utilizada na ração animal e o uso de fertilizantes, esterco e pesticidas utilizados nas lavouras, contribuindo para a acidificação dos corpos hídricos e para a acidificação do solo e para as mudanças climáticas, a partir do aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Cabral *et al.*, 2021).

Nunes *et al.* (2020) realizaram um estudo de ACV para avaliar os impactos ambientais do Beira Baixa, um queijo de cabra regional de Portugal, e concluíram que os maiores impactos em todas as categorias analisadas, dentre as quais as mudanças

climáticas, acidificação terrestre e eutrofização da água, estão relacionados à fazenda onde o leite é obtido.

Kumar *et al.* (2021) realizaram a ACV de produtos lácteos nas etapas de processamento e embalagem. O estudo concluiu que o consumo de energia elétrica, a queima de combustível para energia térmica, utilização de grande quantidade de água e liberação de produtos químicos e restos de embalagens são os principais causadores dos impactos ambientais desses processamentos.

A partir do acima exposto, o presente artigo tem por objetivo realizar um estudo de Avaliação do Ciclo de Vida da produção de queijo minas frescal e de queijo minas curado. O estudo foi realizado em uma produção artesanal, localizada no município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. A partir da metodologia estabelecida pela Norma ABNT NBR ISO 14040:2009 Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida e pela Norma ABNT NBR ISO 14044:2009 (Gestão Ambiental- Avaliação do Ciclo de vida- Requisitos e orientações, foi possível identificar e comparar os impactos ambientais associados aos ciclos de vida dos dois queijos e sugerir medidas mitigatórias para os impactos gerados.

## **2. MATERIAIS E MÉTODO**

O estudo da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) foi realizado a partir da metodologia estabelecida pelas normas ABNT NBR ISO 14040:2009 (Gestão Ambiental-Avaliação do Ciclo de vida- Princípios e Estruturas) e ABNT NBR ISO 14044:2009 (Gestão Ambiental- Avaliação do Ciclo de vida- Requisitos e orientações).

A ACV é composta por quatro etapas interdependentes denominadas definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação do impacto e interpretação. Essa

interdependência torna essa ferramenta iterativa, pois geralmente, ao início do estudo os dados não são todos conhecidos (MÜLLER *et al.*, 2020).

Inicialmente foi selecionado um laticínio que produzisse no mínimo dois tipos de queijo distintos, para que fosse possível realizar a comparação do ciclo de vida de ambos. Sendo assim, foi escolhida uma produção artesanal localizada no município de Casimiro de Abreu (RJ), que fabricava o queijo minas frescal e o queijo minas curado. A Figura 1 apresenta o mapa do Brasil, com destaque para o estado do Rio de Janeiro, particularmente a localização do município de Casimiro de Abreu.

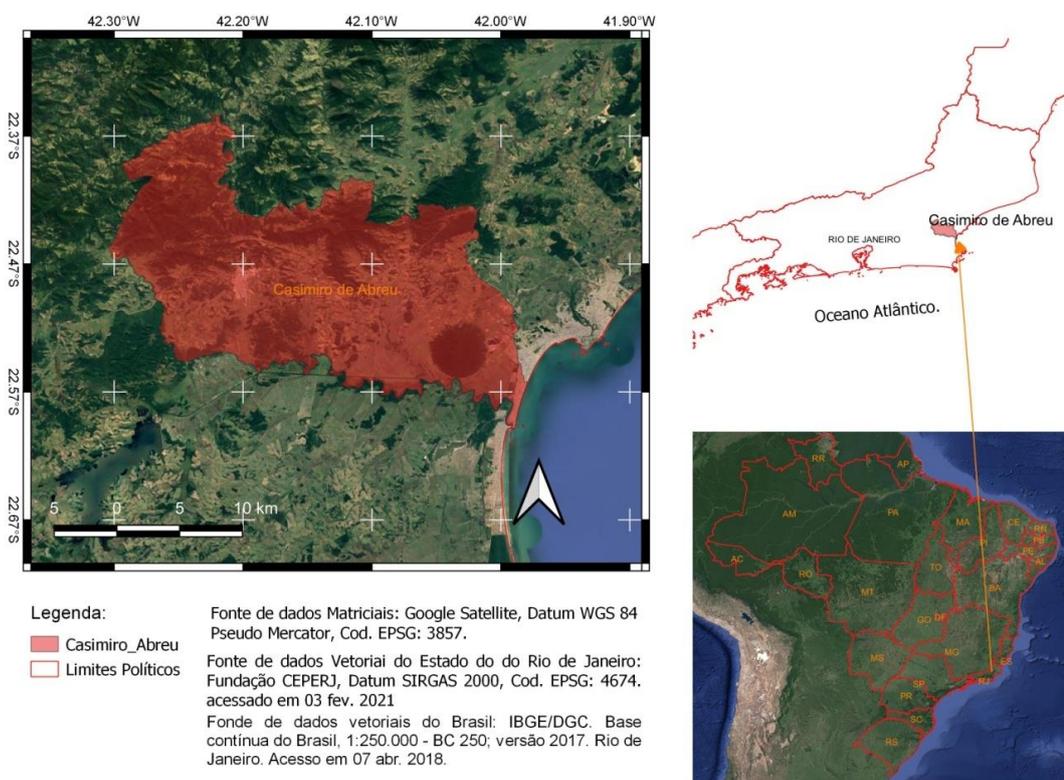


Figura 1: Mapa do município de Casimiro de Abreu.

Fonte: Elaborado por Jorge Chastinet (2021)

Durante a visita técnica realizada ao laticínio selecionado, foi informado que por motivos econômicos o produtor dos queijos aloca os animais que fornecem a matéria-

prima principal, o leite, em uma fazenda localizada em Casimiro de Abreu. Dessa forma, o litro do leite comprado é adquirido por um valor mais baixo.

## 2.1 Objetivo e Escopo

Após a seleção do laticínio, os objetivos do estudo foram definidos: identificação e avaliação dos impactos ambientais associados à produção do leite e dos queijos, comparação do processo de fabricação dos queijos minas frescal e curado quanto aos possíveis impactos gerados ao meio ambiente e a sugestão de medidas mitigatórias aos impactos identificados.

Foi definida a unidade funcional de 1L de leite e 1Kg de queijo, tanto para o queijo minas frescal como para o queijo minas curado. A fronteira do estudo considerada foi da obtenção da matéria-prima principal até o portão da fábrica.

## 2.2 Análise de Inventário

Para a coleta de dados primários foi realizada uma visita técnica ao laticínio, onde foi aplicado um questionário elaborado a partir do trabalho feito por Cabral (2018). O questionário visava obter informações relativas à produção de leite, geração de resíduos, consumo de água e energia, entre outras atividades associadas à produção dos queijos.

Os dados primários coletados foram inseridos no *software SimaPro* versão 8.3 com o objetivo de quantificar os impactos gerados. Os dados secundários foram obtidos através do banco de dados de inventário de ciclo de vida *Ecoinvent* versão 3.0.

## 2.3 Avaliação de Impacto

Para identificar a etapa da produção dos queijos com maior geração de impacto ambiental foi utilizada a metodologia *ILCD Handbook: Analysing of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment* (2010).

As seguintes categorias de impactos ambientais foram analisadas: mudanças climáticas, depleção de ozônio, toxicidade humana (não incluindo câncer), toxicidade humana (câncer), material particulado, radiação ionizantes HH (*Human Health*), radiação ionizantes e, formação de ozônio fotoquímico, acidificação, eutrofização terrestre, eutrofização da água, eutrofização marinha, ecotoxicidade da água, uso da terra, depleção de água e depleção de mineral fóssil e recursos renováveis.

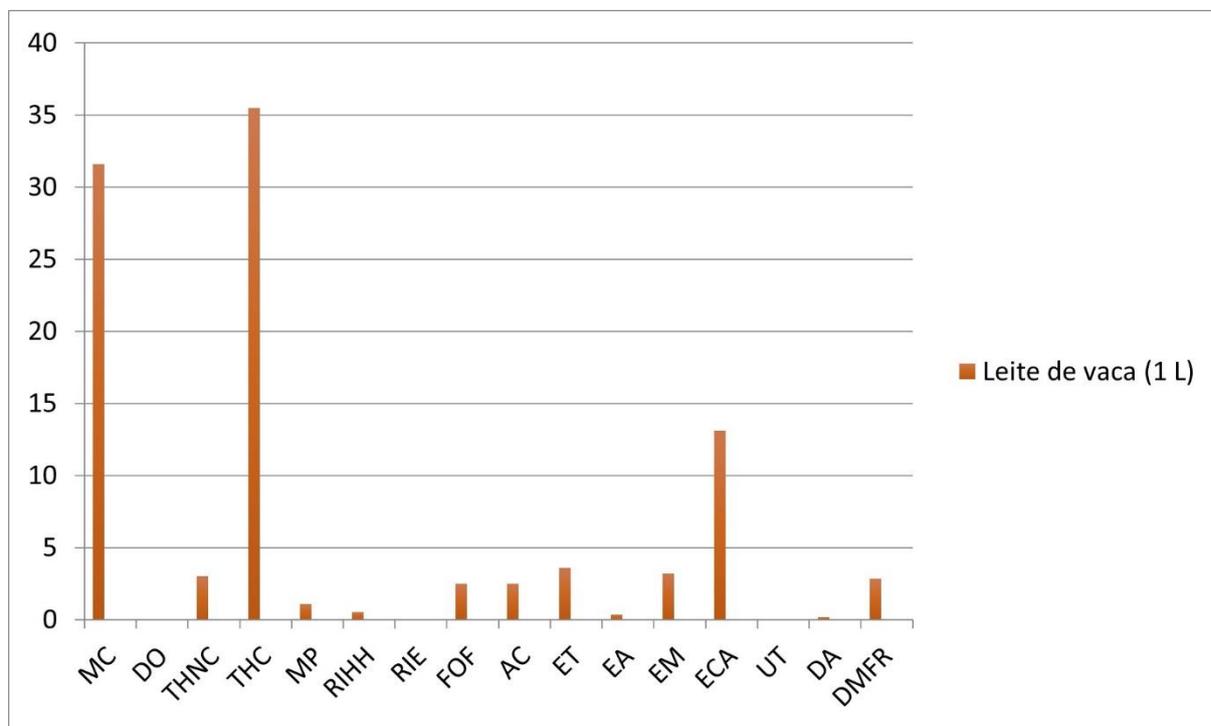
Não foram considerados neste estudo os impactos derivados das instalações, construção, transporte da matéria-prima até a fábrica, fabricação e manutenção de equipamentos e utensílios.

A ração utilizada pelos bovinos na fazenda leiteira é composta por um *mix* de capim, cana-de-açúcar e milho.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas categorias de impactos analisadas e nos resultados obtidos foi possível identificar que os maiores contribuintes dos impactos ambientais decorrem da produção de leite, na fazenda. O gráfico 1 apresenta os resultados obtidos da ACV referente a produção de 1L de leite para as categorias de impactos analisadas utilizando a metodologia *ILCD MidPoint*.

Gráfico 1: Resultados da avaliação de impacto em percentual do leite de vaca para o cenário base



Legendas: MC (mudanças climáticas); DO (depleção de ozônio); THNC (toxicidade humana Não- câncer); THC (toxicidade humana câncer); MP (material particulado); RIHH (radiação ionizante HH); RIE (radiação ionizante E); FOF (formação de ozônio fotoquímico); AC (acidificação); ET (eutrofização terrestre); EA (eutrofização da água); EM (eutrofização marinha); ECA (ecotoxicidade da água); UT (uso da terra); DA (depleção de água); DMFR (depleção mineral, fóssil e recursos renováveis).

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Assim, a partir dos resultados da avaliação de impacto, percebe-se que as categorias de impactos mais significativos na produção de 1L de leite foram Mudanças Climáticas e Toxicidade Humana (com efeitos cancerígenos), que representam, respectivamente, 31,56 % e 35,46 % do total dos impactos ambientais gerados.

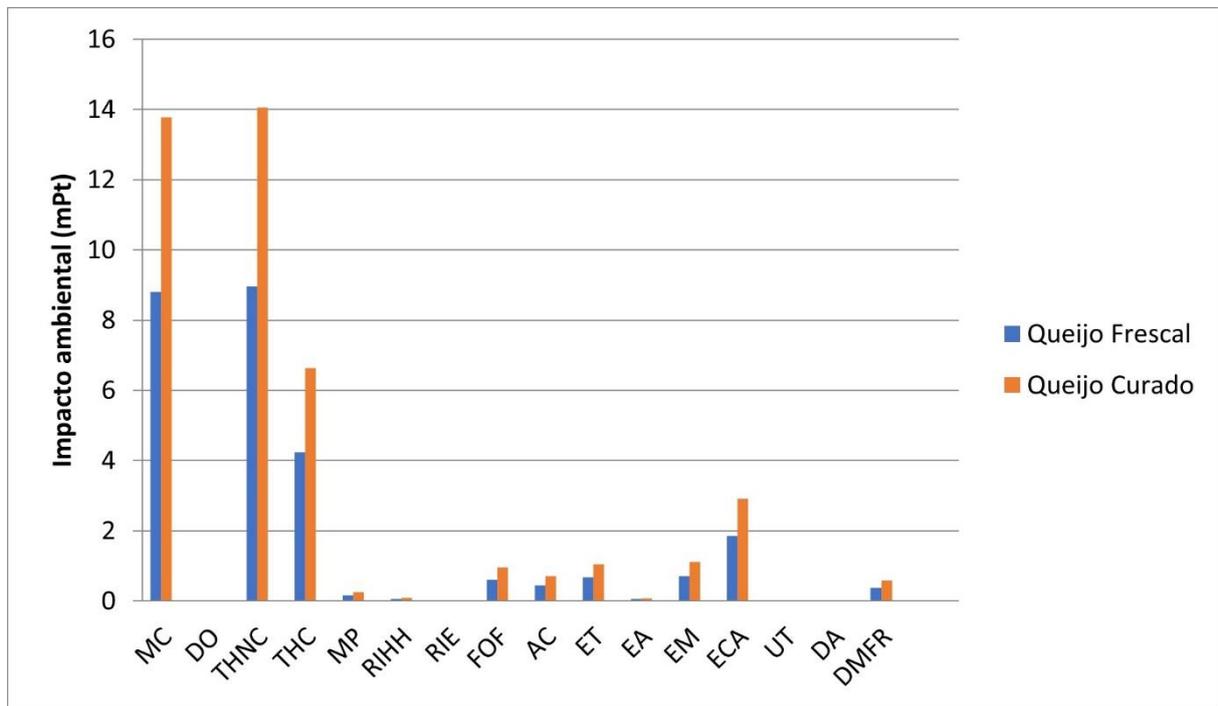
As emissões de GEE contribuem de forma significativa para as mudanças climáticas, sendo o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e o óxido nitroso ( $\text{NO}_2$ ) os principais GEEs associados à produção de leite (CRUZ, 2020; NUNES, 2018). Isto, acontece, pois, o  $\text{CH}_4$  está presente na fermentação entérica dos animais e em seus dejetos. Enquanto que o  $\text{NO}_2$  é encontrado em fertilizantes sintéticos e na urina dos animais (MARTINS-COSTA, 2015; BASSET-MENS et al., 2010). Cabe destacar ainda que a alimentação dos ruminantes também está diretamente ligada as emissões de GEE, principalmente do  $\text{CH}_4$  oriundo da fermentação entérica.

Nesse estudo, o percentual de 31,56% das mudanças climáticas, está associado à fermentação entérica dos animais, seus dejetos, urina e nitrogênio proveniente do adubo. Cabe ressaltar, que este plantel consta com 210 animais em regime de pecuária extensiva e para a adubação do solo é utilizada uma formulação a base de nitrogênio, fósforo e potássio.

Filho *et al.* (2020) também relataram que os maiores impactos ambientais estão associados a fazenda onde ocorre a produção de leite utilizado na fabricação dos queijos, onde a categoria de mudança climática apresentou grande relevância, com um percentual de 83%.

Assim, após identificar as categorias de impactos relevantes para a produção de 1L de leite, o presente estudo realizou a ACV, agora comparando os impactos ambientais associados a produção do queijo minas frescal e o queijo minas curado, ( gráfico 2).

Gráfico 2: Resultados da avaliação de impacto ambiental para os queijos frescal e curado no cenário base (ILCD MidPoint).



Legendas: MC (mudanças climáticas); DO (depleção de ozônio); THNC (toxicidade humana Não- câncer); THC (toxicidade humana câncer); MP (material particulado); RIHH (radiação ionizante HH); RIE (radiação ionizante E); FOF (formação de ozônio fotoquímico); AC (acidificação); ET (eutrofização terrestre); EA (eutrofização da água); EM (eutrofização marinha); ECA (ecotoxicidade da água); UT (uso da terra); DA (depleção de água); DMFR (depleção mineral, fóssil e recursos renováveis). Fonte: Elaborado pelo Autor.

Ao analisar o gráfico 2 percebe-se que existe alguma proporcionalidade entre os impactos gerados pelos dois tipos de queijo em algumas das categorias de impacto avaliadas. Para outras categorias, como MC, DO, THNC e THC, essa proporcionalidade não ocorre, pois como os maiores impactos ambientais estão associados a fazenda leiteira, o queijo que utiliza mais leite em sua fabricação (curado) contribui de forma mais significativa na geração de impactos.

Com base nos dados primários obtidos durante a visita técnica, para a produção de 1 Kg de queijo, o queijo minas frescal utiliza 4,81 L de leite, enquanto que o queijo minas curado utiliza de 7,54 L de leite. Logo, o queijo minas curado, por demandar maior quantidade de leite, gera maiores impactos ao meio ambiente.

Cabe ressaltar, que o laticínio selecionado utiliza uma menor quantidade de leite para produzir 1 Kg de queijo em comparação aos dados presentes na literatura. Segundo Gonçalves (2017), em uma estimativa, são necessários em média 10L de leite para a produção de 1 Kg de queijo, dos quais 9 L são de soro.

Segundo Cassoli (2013) as alterações no rendimento podem estar associadas a composição do leite, pois, um maior teor de caseína, gera uma maior quantidade de queijo produzido por litro de leite.

Como a alimentação dos ruminantes está intimamente relacionada às emissões de GEE, quanto mais fáceis de digerir forem os componentes presentes na ração, maior serão as emissões oriundas da fermentação entérica (CARVALHO, 2016). Portanto, uma boa nutrição melhora os efeitos da fermentação, fazendo com que haja uma redução na quantidade de hidrogênio disponível para a produção de CH<sub>4</sub> (MAPA, 2017).

Com base em todos os resultados obtidos, foi possível identificar e analisar medidas para mitigar os impactos ambientais gerados. Uma medida extremamente promissora é a nutrição de precisão. A nutrição de precisão é uma técnica onde é feita uma dieta balanceada para os animais, considerando suas necessidades, e fatores técnicos, econômicos e ambientais. Com isso, evita-se o excesso na alimentação reduzindo os custos e as excreções dos animais responsáveis pelo aumento nas emissões (TOMICH et al., 2015) (MAPA, 2017).

O setor de laticínio francês criou o programa “*fermes bas carbone*” (fazendas de baixo carbono) em 2019, afim de diminuir as emissões de CH<sub>4</sub>, a partir da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na alimentação dos animais e também a utilização de fertilizantes orgânicos para evitar a volatilização da amônia (EXAME, 2019). Ademais Roque *et al.* (2021) identificaram que a adição de algas vermelhas na ração animal reduz as emissões de CH<sub>4</sub>, e conseqüentemente a redução do impacto ambiental.

#### 4. CONCLUSÃO

Ao fim deste estudo foi possível identificar que os maiores impactos ambientais associados a produção de queijo minas frescal e queijo minas curado da produção artesanal analisada decorrem da produção do leite nas fazendas, sendo as categorias de impacto com maior representatividade Mudanças Climáticas e Toxicidade Humana (com efeitos cancerígenos) representando 31,56 % e 35,46 %, respectivamente.

Como os impactos de maior relevância estão associados à produção do leite nas fazendas, associado principalmente a composição da ração animal, constatou-se que o queijo minas curado está associado a uma maior geração de impactos ambientais quando comparado ao queijo minas frescal, por utilizar maior quantidade de leite em sua produção.

Com base nesse estudo de Avaliação do Ciclo de Vida e informações encontradas na literatura, pôde-se propor medidas mitigatórias para os impactos ambientais mais significativos identificados, como por exemplo a nutrição de precisão, o reaproveitamento de resíduos e os ajustes e substituições na alimentação animal. Dessa forma, a cadeia produtiva torna-se mais sustentável, menos prejudicial ao meio ambiente e à sociedade e mais vantajosa economicamente para o produtor.

## 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2009). ABNT NBR 14040:2009: Gestão Ambiental- Avaliação do Ciclo de Vida- Princípios e Estrutura. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2009). ABNT NBR 14044:2009: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações. Rio de Janeiro.

BASSET-MENS, C.; LEDGARD, S.; BOYES, M. (2009). Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. *Ecologic Economics*, 68(6): 1615-1625.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2017). Pecuária de baixa emissão de carbono: Tecnologias de Produção Mais Limpa e Aproveitamento Econômico dos Resíduos da Produção de Bovinos de Corte e Leite em Sistemas Confinados .1ed. Brasília: MAPA.

CABRAL, C.F.S. (2018). Avaliação do Ciclo de Vida na Produção Industrial de Queijo 397 de Cabra. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

CABRAL, C.F.S., ELABRAS-VEIGA, L.B., ARAÚJO, M.G., SOUZA, S.L.Q. (2021). A Avaliação do Ciclo de Vida como Ferramenta de Sustentabilidade na Produção do Queijo de Cabra. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*. 2:3(94-120).

CARNEIRO, J.O.; CHAVES, A.C.S.D.; STEPHAN, M.P.; BOARI, C.A.; KOBLITZ, M.G.B. (2020). Artisan Minas Cheese of Serro: proteolysis durinh ripening, Helyion, 6(1-7).

CARVALHO, L.S. (2016). Impactos Ambientais do Leite Produzido no Território de Identidade médio Sudoeste da Bahia. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga.

CASSOLI, L.D. (2013). Qual a importância do leite para a qualidade dos queijos?. Milkpoint.

CRUZ, G.M. (2020). Emissões de GEE na pecuária de leite brasileira: custo marginal de abatimento para diferentes sistemas de produção e implicações políticas. Dissertação Mestrado em Ciências. Universidade de São Paulo. Piracicaba.

EMBRAPA. (2021). Anuário do Leite. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132875/anuario-leite-2021-saude-unica-e-total>>.

Acesso em 12 abr 2022.

EXAME. (2019). FAZENDA EXPERIMENTA VACAS COM BAIXA EMISSÃO DE CARBONO EM PROL DO PLANETA.. Disponível em : <<https://exame.com/ciencia/fazenda-experimenta-vacas-com-baixa-emissao-de-carbono-em-prol-do-planeta/>>. Acesso em 23 abr 2021.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D.; HAETINGER, C.; HABERKAMP, Â. M.; KIST, J. I.; REMPEL, C.; DA SILVA, G. R. (2020). Sustainability in the dairy industry: a systematic literature review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(33527-33542).

FILHO, G.F.A.; BITENCOURT, E.B.; FERREIRA, E.C.; OLIVEIRA, V.S.; LOUREIRO, G.E. (2020). Avaliação do ciclo de vida do queijo muçarela de um laticínio na região norte do Brasil. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção*, 1:20(316-339).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). (2015). Milk facts. Disponível em: <[www.fao.org/resources/inphographics/inphographics-details/en/c/273893/](http://www.fao.org/resources/inphographics/inphographics-details/en/c/273893/)>. Acesso em 12 abr 2022.

GOLDBARG, M.; CORTEZ, M.A.S.; CORTEZ, N.M.S. (2005). Estudos dos aspectos do consumo de leite em relação a fatores nutricionais, hábitos alimentares e características dos consumidores. XXIV Congresso Nacional de Laticínios. p. 417-423, Juiz de Fora- MG.

GONÇALVES, N.R. (2017). Processos Químicos na Indústria de Produção de Queijo. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de São João Del-Rei. Minas Gerais.

MARTINS-COSTA, T.V.A. (2015). Produção de leite e emissões de metano na região do Corede, RS. *Arquivo Brasileiro de medicina veterinária e zootecnia*. 67:5.

Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352015000501381](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352015000501381)>. Acesso em 23 abr 2021.

MILANI, F.X.; NUTTER, D.; THOMA, G. (2011). Environmental impacts of dairy processing and products: A review. *Journal of Dairy Science*, 94:9(4243-4254).

MÜLLER, L.J.; KÄTELHÖN, A.; BACHMANN, M.; ZIMMERMANN, A.; STENBERG, A.; BARDOW, A. (2020). Uma Diretriz para Avaliação do Ciclo de Vida da Captura e Utilização de Carbono. *Frontiers in Energy Research*, 8:15.

NUNES, O.S.; GASPAR, P.D.; NUNES, J.; QUINTEIRO, P.; DIAS, A.C.; GODINA, R. (2020). Life-Cycle Assessment of Dairy Products—Case Study of Regional Cheese Produced in Portugal. *Journal Process*, 8:1182(1-20).

NUNES, O.S. (2018). Análise do Ciclo de Vida de Produtos Lácteos- Caso de estudo do queijo de Baixa Beira. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade da Beira Interior. Covilhã.

ROCHA, D.T.; CARVALHO, G.R.; RESENDE, J.C. (2021). Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. *Circular Técnica*.

ROQUE, B.M.; VENEGAS, M.; KINLEY, R. D.; NYS, R.; DUARTE, T.L.; YANG, X.; KEBREAB, E. (2021). Red seaweed (*Asparagopsis taxiformis*) supplementation reduces enteric methane by over 80 percent in beef steers. *Plos One*, 16:3.

SALUM, P., GOVCE, G., KENDIRCI, P., BAS, D., ERBAY, Z. (2018). Composição, proteólise, lipólise, perfil de compostos voláteis e características sensoriais de queijos brancos curados fabricados em diferentes regiões geográficas da Turquia. *Internacional Dairy Journal*, 87(26-36).

SIQUEIRA, K.; SCHETTINO, J.P.J. (2021). O consumo de queijo pelos brasileiros. *MilkPoint*.

TOMICH, T.R.; MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R.; CAMPOS, M.M. (2015). Nutrição de Precisão na Pecuária Leiteira. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, 79(54-72).

WILLERS, C. D.; RODRIGUES, L. B; SILVA, C. A. (2013). Avaliação do ciclo no Brasil: uma investigação nas principais bases científicas nacionais. *Produção (São Paulo)*, 23(436-447).

ZHAO, R.; XU, Y.; WEN, X.; ZHANG, N.; CAI, J. (2018). Carbon footprint assessment for a local branded pure milk product: a lifecycle based approach. *Food Science and Technology*, 38:1(98-105).