



A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DO QUEIJO DE CABRA

Caroline Ferreira Soares Cabral^c; Lilian Bechara Elabras Veiga^a; Marcelo Guimarães Araújo^b;
Simone Lorena Quiterio ^a

^a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

^b Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

^c Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF), Rio de Janeiro, Brasil.

RESUMO

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta que permite a identificação de impactos ambientais negativos a diferentes processos de produção. Existem diversos estudos de ACV para a produção de queijo a base de leite de vaca, entretanto, não se identificaram na literatura estudos semelhantes relativos ao leite e queijo de cabra. Este trabalho visa apresentar os resultados do estudo de ACV realizado em uma indústria de laticínios do Rio de Janeiro. Utilizando-se o software Simapro® para processar os dados, o banco de dados *ecoinvent* e o método de avaliação de impactos ReCiPe, os resultados por categoria de impacto apontam que o cultivo da soja utilizada no composto alimentar fornecido aos animais é o principal responsável pelo impacto ambiental desta produção, a substituição parcial da soja na alimentação das cabras é recomendada, pois menores impactos ambientais foram observados, especialmente para as seguintes categorias de impacto: mudanças climáticas (57,6%), ecotoxicidade de água doce (41,8%), uso da terra (47,1%) e esgotamento de recursos minerais, fósseis e renováveis (40,4%). Todavia, são necessários mais estudos que apontem substitutos da soja que considerem não apenas os aspectos econômicos, mas também os aspectos nutricionais e ambientais.

Palavras-chave: Avaliação do ciclo de vida; queijo de cabra; indústria de laticínios; sustentabilidade.



1. INTRODUÇÃO

A demanda por leite e produtos lácteos está crescendo, principalmente em países em desenvolvimento, devido ao crescimento populacional, a urbanização e as mudanças na dieta da população. Estima-se que aproximadamente 6 bilhões de pessoas em todo o mundo consomem leite e produtos lácteos e que desde o início da década de 1960, o consumo de leite per capita nos países em desenvolvimento dobrou. Em 2025, pode haver um aumento de até 23% na produção de laticínios, principalmente devido ao aumento na produção de leite por países em desenvolvimento (OCDE / FAO, 2019).

O leite é o produto lácteo mais consumido em todo o mundo. De acordo com a pesquisa trimestral do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Brasil produziu cerca de 6 toneladas de leite cru no primeiro trimestre de 2019 (FAO/IBGE, 2019). O consumo de leite *per capita* na América Latina é de 30 a 150 kg por ano (FAO, 2019).

Em adição, a produção de queijo no Brasil no período de 2012 a 2014 alcançou cerca de 700 toneladas, superando outros laticínios e o consumo médio deste produto foi de 3,71 kg/ *per capita*/ ano (CONAB, 2015).

A produção de queijo no Brasil é industrializada. No ano de 2014, aproximadamente 70% da produção nacional de queijo foi proveniente de indústrias pequenas, médias e grandes (IBGE, 2015).



A criação de cabras para produção de leite e queijos é uma atividade que vem se destacando no Brasil, pois tem uma importância crescente na produção de diferentes produtos alimentícios além de ser uma boa fonte de renda principalmente para pequenos produtores. As cabras apresentam facilidade de manejo e se adaptam facilmente às condições ambientais, além disso, produzem leite de qualidade (Catunda *et al.*, 2016).

O leite de cabra e seus subprodutos possuem qualidades nutricionais que são mais valorizadas diante do leite bovino, possui baixo teor de lactose e é constituído por 87% de água, 4% de lipídeos, 4% de lactose, 3,5% de proteínas e 1% de cinzas (Park, *et al.*, 2007).

Além disso, possui relevante teor de minerais como cálcio, cobre, manganês, zinco e selênio, assim como de vitamina A, niacina e riboflavina (Lima *et al.*, 2016). O perfil lipídico apresenta em sua maioria triacilgliceróis (98%), traços de fosfolipídeos, colesterol e ácidos graxos livres, por apresentar glóbulos de gordura menores e uma quantidade maior de ácidos graxos de cadeia média e curta, facilitando o processo digestivo (Taylor e Macgibbon, 2011).

A fração de proteínas do leite de cabra, tal como no leite bovino, é dividida em caseína e proteínas do soro do leite. Enquanto a maioria das proteínas do leite de vaca é composta pela α_{s1} - caseína o leite caprino apresenta frações majoritariamente compostas por β -caseína e α_{s2} -caseína (Verruck *et al.*, 2019). A porcentagem de proteínas no leite de cabra, principalmente α -lactoalbumina, β -lactoglobulina e



imunoglobulinas são de grande importância do ponto de vista nutricional, pois apresentam aminoácidos essenciais de forma equilibrada e em concordância com os requisitos da Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas – FAO (Cassanego *et al.*, 2012).

Logo o leite caprino vem se tornando uma opção ao leite bovino, devido a propensão de alergia alimentar deste último, principalmente em crianças.

O leite de cabra apresenta ainda propriedades funcionais uma vez que a β -lactoglobulina possui conformação diferente em relação à encontrada no leite bovino, pois durante o processo de digestão há a formação de compostos peptídeos bioativos que exercem atividade anti-hipertensiva, antimicrobiana, antioxidante e imunomoduladoras (Balthazar *et al.*, 2017). Além do leite de cabra apresentar quantidades satisfatórias de cálcio, fósforo, magnésio, ferro e cobre em relação ao leite bovino, a biodisponibilidade destes é aumentada. Devido ao fato de as cabras converter todo o betacaroteno em vitamina A, esta também está presente em concentração mais elevada no leite caprino com relação ao leite de vaca (Verruck *et al.*, 2019).

No mercado internacional, a produção de leite de cabra praticamente dobrou nas últimas décadas e as tendências de mercado sugerem ainda um aumento de aproximadamente 53% até o ano de 2030. Além disso, os queijos produzidos a partir do leite de cabra possuem um valor de mercado elevado em relação aos queijos produzidos a partir do leite bovino. O valor elevado desses queijos se dá em detrimento



da qualidade nutricional superior, da substituição do leite bovino e seus laticínios que se faz necessária em alguns casos de patologias nutricionais e principalmente do mercado gourmet que fez do queijo de cabra um produto requintado e portanto de valor elevado (Pulina *et al.*, 2018).

Porém, como em toda atividade humana o processamento do leite e laticínios também geram impactos que afetam direta e indiretamente o meio ambiente em diversos níveis (Santos Jr *et al.*, 2017).

A indústria de produtos lácteos gera resíduos sólidos, líquidos e emissões atmosféricas, sendo o efluente um dos principais responsáveis pela poluição causada por essa indústria. Em muitos laticínios, principalmente de pequeno e médio porte, o soro é descartado juntamente com os demais efluentes, tornando-se um forte agravante devido ao seu elevado potencial poluidor (Silva, 2011).

Desde de 2010, no Brasil, o tratamento dos resíduos sólidos vem sendo tratado conforme a Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) ela reúne uma série de diretrizes sobre a gestão de resíduos sólidos e as etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final. Tais diretrizes devem ser seguidas em âmbito nacional tanto por empresas públicas quanto por empresas do setor privado (Brasil, 2010).

A forma mais viável de realizar o controle ambiental é prevenir a geração dos resíduos por meio do controle dos processos e buscar medidas mitigatórias para os resíduos gerados, reduzindo assim os custos associados ao tratamento, disposição final



e impactos ambientais. Para se obter sucesso no processo de gerenciamento de resíduos é necessário que a empresa conheça os tipos de resíduos que são gerados e quais impactos ambientais são causados por esses (Buss e Henkes, 2015).

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma ferramenta que possibilita identificar e quantificar impactos ambientais associados ao processo produtivo. Assim, a indústria pode identificar as etapas do processo de produção responsáveis pelo maior consumo de recursos naturais e geradoras de impactos ambientais significativos e implantar ações corretivas e preventivas (Cabral, 2018).

A realização da ACV segue os requisitos e a metodologia estabelecidos nas 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 (ABNT, 2009).

Um estudo de ACV pode abranger desde a extração da matéria prima até o descarte final do produto, permitindo a adoção de medidas mitigatórias sobre os impactos ambientais gerados durante o processo de produção (Cabral, 2018).

Esta ferramenta tem sido usada em vários estudos para avaliar os impactos ambientais potenciais da cadeia produtiva do queijo (Djekic *et al*, 2014; Kim *et al*, 2013; Nigri, 2012). Os resultados gerais mostram que as atividades de produção dos alimentos no campo como responsáveis pelos principais impactos, seguidos pela fabricação, distribuição, e fases de consumo.



Diversos estudos apontam os impactos ambientais na produção de leite e queijo de vaca, no entanto, há uma escassez de dados quanto aos impactos ambientais gerados na produção de leite e queijo de cabra. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar uma avaliação do ciclo de vida na produção de queijo de cabra e propor medidas mitigatórias para os eventuais impactos identificados no processo de produção deste alimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em uma indústria de laticínios de pequeno porte localizada no município de São Gonçalo, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Uma abordagem *cradle-to-gate* foi conduzida, com base na metodologia da Organização Internacional para Padronização ISO 14040: 2006 e ISO 14044: 2006 (ISO 2009 a, b), para avaliação do ciclo de vida (LCA), que fornecem uma estrutura internacionalmente aceita para Estudos de ACV, compostos por quatro fases: (1) definição de objetivo e escopo, (2) análise de inventário, (3) avaliação de impacto e (4) fase de interpretação. O software de modelagem Simapro® foi usado.

A coleta de dados primários e o desenvolvimento do inventário foram realizados com base na produção local de queijo de cabra. Os dados secundários foram obtidos do banco de dados de inventário de ciclo de vida Ecoinvent v3.2. Para a avaliação de impacto, foi utilizado o método ReCiPe. As seguintes categorias de impactos foram consideradas: mudanças climáticas, destruição da camada de ozônio,



toxicidade humana, material particulado, formação fotoquímica de ozônio, acidificação, eutrofização terrestre, eutrofização de água doce, ecotoxicidade de água doce e uso da terra.

2.1 A Indústria de Laticínios

A indústria de laticínios selecionada representa uma indústria de pequeno porte, localizada em uma área periurbana. A capacidade de processamento do laticínio é de 1000 L por hora. O leite cru é obtido de cinco pequenos produtores locais, todos com ordenha mecânica e Boas Práticas de Fabricação implantadas, como por exemplo, ordenha mecanizada, higienização e sanitização da sala de ordenha, remoção de resíduos e minerais provenientes do leite dos equipamentos e controle de zoonoses dos animais. O leite é utilizado para a produção de nove tipos de queijos. A produção mensal gira em torno de 16 mil K de queijo de cabra.

Os sistemas de eletricidade, água e esgoto são fornecidos pelas respectivas concessionárias da rede. O processo de produção do queijo é descrito a seguir.

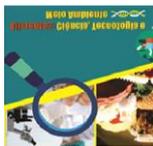
A produção do queijo de cabra tem início com a ordenha das cabras. O leite ordenhado segue para um recipiente que a medida que é preenchido é tampado e armazenado em temperatura adequada até que seja transportado. Ao chegar no local de produção, o leite passa pelo processo de pasteurização, neste momento é adicionado o cloreto de cálcio. Após o processamento térmico o leite é transferido para o tanque onde se adiciona o ácido láctico e a enzima quimosina (coalho) responsável



pela separação da parte sólida do leite com o soro. Esse processo dura em média entre 45 e 60 minutos.

Após a separação completa, a parte sólida é cortada e decantada e a massa é retirada com o auxílio de uma peneira e posta em fôrmas. Na fôrma a massa é prensada e virada no mesmo momento. Inicia-se então a salga, com a adição de sal na parte superior da massa e após o período de descanso o queijo é virado e é colocado o sal do outro lado. Este é o processo para a massa base, o queijo pode receber diferentes tipos de temperos de acordo com o tipo a ser produzido no momento. Todo o processo ocorre em ambiente controlado e climatizado. Todo o soro gerado na produção é destinado para alimentação animal e os efluentes líquidos gerados durante a produção são despejados em uma fossa dentro da propriedade. Além disso a fábrica possui uma estação de tratamento de efluentes. Ao final o queijo é embalado, etiquetado e armazenado sob refrigeração até o momento do transporte.

A coleta de dados para o inventário consistiu em informações técnicas coletadas *in loco*, fornecidas pelo produtor, em duas etapas, sendo a primeira etapa a produção de leite de cabra e a segunda etapa a produção de queijo de cabra. Foi elaborado um questionário avaliando o processo de produção de queijo de cabra, principalmente a origem do leite (obtidas a partir de uma planilha de compras mensais do produtor), fontes de energia (considerada a média dos últimos doze meses), e água utilizada (quantificada no local, durante o processo de produção do queijo), e os resíduos gerados pela produção.



Os dados relativos aos efluentes líquidos (insumos utilizados na criação e dejetos dos animais) foram quantificados a partir de dados relatados pelo veterinário responsável. A emissão de gás metano oriunda da ruminação dos animais foi obtida através de pesquisa bibliográfica.

O ciclo de vida do queijo de cabra foi dividido em 2 subsistemas: produção de leite de cabra e processamento do queijo de cabra. Os dados foram coletados considerando a quantidade de queijo manufaturada mensalmente e calculados em função das unidades funcionais estabelecidas, quais sejam, 1 litro de leite de cabra e 1 Kg de queijo de cabra. Optou-se por incluir a etapa de processamento do leite à etapa de processamento do queijo, uma vez que ocorrem no mesmo local. Cada subsistema apresenta impactos ambientais distintos. As tabelas 1 e 2 apresentam respectivamente os insumos utilizados na produção de leite de cabra e na produção de leite de cabra por unidade funcional.

Tabela 1 – Insumos utilizados na produção de leite de cabra por unidade funcional.

Insumo	Unidade	Produção de leite de cabra
Área de criação	Metros quadrados	92,4
Água	Litros	7,7
Energia Elétrica	Quilowatts/hora	1,96
Farelo de Soja	Quilo	1,73



Fubá de milho	Quilo	0,375
Sal marinho	Quilo	0,028
Feno Tifton	Quilo	0,096
Capim	Quilo	0,096

Tabela 2 – Insumos utilizados na produção de queijo de cabra por unidade funcional.

Insumos	Unidade	Produção de queijo de cabra
Área	Metros quadrados	0,0625
Leite de cabra	Litro	10
Enzima Quimosina	Mililitros	3,125
Cloreto de cálcio	Mililitros	3,125
Ácido láctico	Quilo	0,625
Sal	Gramas	0,25
Água	Litros	37,5
Energia	Quilowatts/hora	1,25

Os dados que se referem aos impactos ambientais gerados na produção dos insumos utilizados na fabricação de leite e de queijo de cabra foram acessados no banco de dadosecoinvent do software Simapro®. Os insumos acessados no software



foram: cloreto de cálcio, ácido láctico, sal, gás metano, energia elétrica, soja, milho, capim, água, terreno, leite de cabra.

Não foram considerados no estudo os impactos ambientais oriundos da produção de plásticos, papelão e emissão de CO₂ da cadeia de transporte.

Em seguida os dados obtidos a partir do levantamento realizado foram inseridos no software Simapro® para avaliação de impacto de ciclo de vida em categorias de impactos através do método ecoinvent.

A partir do qual foram determinadas as categorias de impactos a serem avaliadas, sendo estas: potencial de mudanças climáticas, depleção da camada de ozônio, toxicidade humana, toxicidade humana com efeitos cancerígenos, respiração de partículas inorgânicas, potencial de acidificação, potencial de eutrofização terrestre, potencial de eutrofização aquática, ecotoxicidade da água e uso da terra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a ACV foi possível identificar os pontos críticos do processo de produção em relação ao meio ambiente. O gráfico 1 aponta que o fator que demonstrou maior impacto ambiental na produção de 1 kg de queijo de cabra foi o cultivo da soja que é utilizada para fazer o concentrado (mistura de grãos) utilizado para alimentar os animais.



Isso porque este elemento foi identificado no *dataset* da produção de leite como aquele que possui o maior potencial de aquecimento global (mensurado pelo índice *Global Warming Potencial* – GWP). Os dados levantados pelo estudo indicaram que a produção de soja contribuiu com 99,8% da formação do GWP.

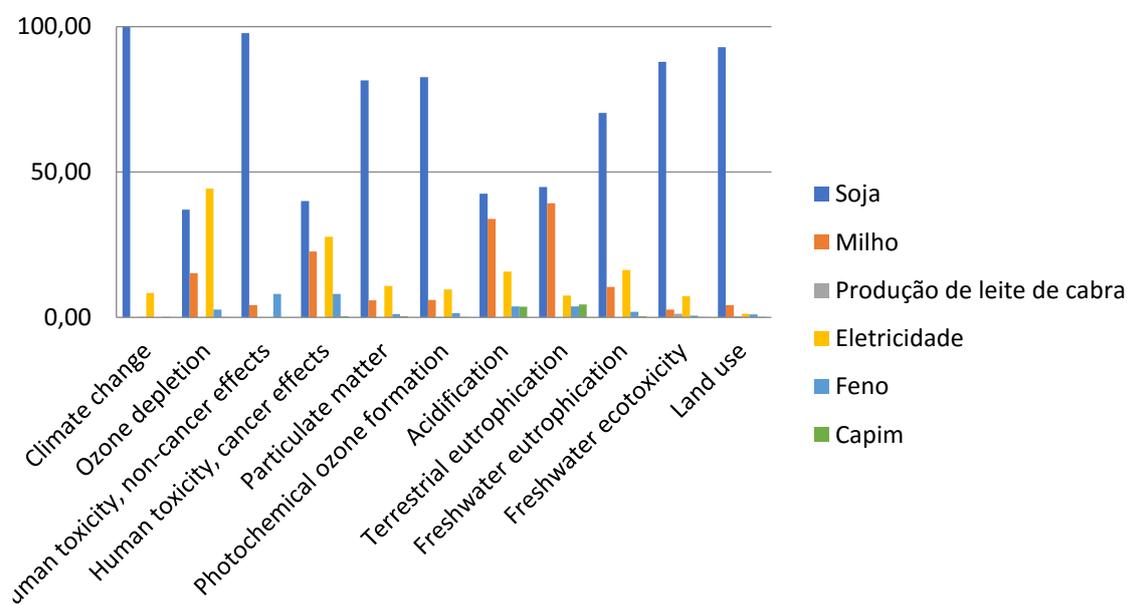
Estes resultados diferem significativamente dos estudos realizados acerca da produção de leite de vaca, que indicam que para este produto o elemento que apresentou maior impacto ambiental foram os gases CH₄ originados da fermentação entérica. No estudo de Geough e colaboradores (2012), concluiu-se que 86% do metano (CH₄) gerado era proveniente de fermentação entérica.

Deve-se notar que, no processo de produção de leite, a fase da agricultura é a que mais demanda o uso de terras para a produção de alimentos, o que torna necessário mensurar o efeito decorrente da ocupação da terra voltada para o cultivo dos insumos utilizados na alimentação dos animais.

No presente estudo o uso da terra se mostrou relevante uma vez que 93% desse impacto é oriundo da produção de soja que é utilizada no concentrado para alimentação animal.



Gráfico 1 – Impactos ambientais no ciclo de vida do queijo de cabra (%)



Fonte: elaboração própria, com base em dados coletados junto ao produtor.

Uma vez que o uso de fertilizantes e agrotóxicos utilizados na agricultura pode afetar os corpos hídricos, se torna necessária a avaliação da ecotoxicidade da água na produção do leite de cabra. Os resultados da ACV no presente estudo apontam que 87,9% da ecotoxicidade gerada na produção do queijo de cabra é oriunda do cultivo de soja.

Adicionalmente, no processo de cultivo de pastagens e também de grãos, ocorre a volatilização da amônia dos fertilizantes sintéticos e do esterco utilizado como



adubo. Substâncias inorgânicas, como nitratos, sulfatos e fosfatos podem provocar a acidificação dos corpos d'água e do solo.

Na produção de leite, os principais elementos que contribuem para a acidificação são: amônia, nitratos e sulfatos que possuem potenciais de liberação de íons H^+ diferentes (Dias, 2011). Essas substâncias potenciais são padronizadas para um indicador de comparabilidade chamado de SO_2 equivalente ($Kg SO_2 eq$).

No presente estudo constatou-se que 42,5% do potencial de acidificação advém do uso de fertilizante no cultivo de soja (6,8 g $SO_2 eq. Kg ECM$) e 33,5% do potencial é oriundo do uso de fertilizantes no cultivo de milho (5,7 g $SO_2 eq. Kg ECM$). Tais resultados implicam que medidas mitigatórias devem ser elaboradas e implantadas no campo.

Os resultados da ACV apontam para um insumo em particular, a soja, como sendo o promotor de maior impacto ambiental.

Corroborando, ao avaliar a pegada de carbono da produção de leite de cabra e produtos lácteos na Nova Zelândia, Robertson e colaboradores (2015) concluíram que dentre os principais contribuintes para a pegada de carbono está a produção de concentrado, além do metano oriundo da fermentação entérica e do óxido nítrico advindo do manejo de dejetos. O estudo concluiu ainda que existem medidas mitigatórias que podem ser tomadas para a redução da pegada de carbono, são elas a alteração do concentrado animal, redução da aplicação de fertilizantes e mudanças no manejo do esterco.



Em desacordo Dalla Riva e colaboradores (2017) apontam que o principal impacto ambiental gerado pelo consumo de queijo mozzarella na Itália é a ecotoxicidade e em segundo lugar encontra-se a eutrofização de corpos hídricos.

Todavia, o cultivo da soja constitui um fator negativo que gera impactos ambientais ao meio ambiente como o potencial de mudança climática, uso da terra, potencial de acidificação do solo e risco de ecotoxicidade da água. Este insumo é, ao mesmo tempo, o principal ingrediente do concentrado animal por constituir fonte de proteínas de alto valor biológico.

Com o intuito de propor medidas mitigatórias viáveis para a produção de leite de cabra – e conseqüentemente para a produção de queijo de cabra – o presente estudo realizou um *trade off* entre dois cenários distintos onde 1 kg de farelo de soja do concentrado animal foi substituído por 0,5 kg de feno e 0,5 kg de capim. Observou-se então um cenário mais ameno.

Em relação ao uso da terra os impactos ambientais decorrentes dessa atividade caem pela metade. É possível ainda verificar que há uma redução significativa quanto ao potencial de mudanças climáticas, respiração de partículas inorgânicas e potencial de eutrofização aquático e terrestre.

Todavia, o capim e o feno não são capazes de ofertar proteínas de alto valor biológico como a soja. Alguns estudos já sinalizam substitutos para a soja em decorrência do seu valor elevado no mercado, mais um motivo para a substituição do



farelo de soja no concentrado. Um substituto estudado trata-se do farelo de algodão de alta energia (Eckstein, 2017).

O farelo de algodão de alta energia constitui um subproduto da indústria têxtil, ele é obtido a partir da torta de algodão. Assim como no farelo de soja, o farelo de algodão é obtido através de um solvente (hexano) (Eckstein, 2017).

Outro substituto estudado é o milho com ureia. Um estudo realizado por Guerra (2016) concluiu que a substituição do farelo de soja por milho e ureia não alterou o consumo e a digestibilidade dos nutrientes de vacas em lactação mantidas em pastagem, assim como não alterou a produção de leite e nem os componentes nutricionais do leite. Desta forma, a substituição das dietas não altera o desempenho produtivo, tampouco as características físico-químicas e composição do leite e por isso são adequadas para utilização.

Ainda ao substituir o farelo de soja por levedura seca inativa em dietas de bovinos de corte, Campos (2011) relata que a levedura seca inativa possui potencial de substituição do farelo de soja, visto que não altera a digestibilidade total e parcial dos nutrientes, o balanço nitrogenado e a eficiência microbiana, assim como não influi no ganho de peso dos animais. Seu uso está apenas condicionado a fatores econômicos.

Soares e colaboradores (2018) ao avaliarem o efeito das estratégias de manejo e alimentação no meio ambiente na produção de leite de búfala no Nordeste do Brasil



concluíram que a capacidade de produção é aumentada quando se melhora a qualidade da alimentação animal e a gestão das práticas de cultivo. Este mesmo estudo considerou que o soro de leite – resíduo da produção de queijo – pode ser utilizado na alimentação animal, desta forma a acidificação, o consumo de água e a utilização de combustíveis fósseis são reduzidos, tal como o custo da dieta animal.

Diversos estudos indicam que a substituição de farelo de soja pelo de algodão não apresenta efeitos negativos nos parâmetros nutricionais de ovinos (Lima Jr et al, 2011) e vacas leiteiras (Eckstein et al, 2010). É importante ressaltar que os estudos que avaliam a substituição da soja são decorrentes do seu alto valor de mercado e não consideram os impactos ambientais dos processos, somente os impactos biológicos que irão influenciar na saúde e na produção dos animais.

4. CONCLUSÃO

Com relação ao ciclo de vida do queijo de cabra, foi possível concluir que de maneira geral, a fase da produção do leite é a que contribui com maiores impactos ambientais. Conforme evidenciado, estudos demonstram que o mesmo acontece na produção de produtos lácteos de origem bovina.

Os principais pontos críticos apontados pelo presente estudo são o uso de fertilizantes, esterco e pesticidas utilizados nas lavouras, o uso de terra depreendida para a produção de soja – utilizada para a produção do concentrado animal,



acidificação dos corpos d' água e da terra ocorrida no processo produtivo de grãos e o potencial de mudanças climáticas ocasionado pela emissão de gases de efeito estufa.

A fim de tornar o processo produtivo do queijo de cabra, da empresa em questão, ambientalmente sustentável o presente estudo propõe como medida mitigatória a substituição do farelo de soja utilizado na alimentação dos animais. O farelo de algodão, por exemplo, foi apontado por estudos como uma alternativa economicamente viável e que não impacta negativamente na produção de leite.

Outros substitutos da soja foram citados na literatura, todavia, o fazem somente em decorrência dos valores de mercado e potencial de produtividade, desconsiderando os impactos ambientais gerados nos processos de produção. Portanto, mais estudos de avaliação do ciclo de vida são necessários para que se possa validar um substituto da soja, tal insumo além de possuir um processo produtivo mais sustentável deve ainda conter as propriedades nutricionais necessárias a boa nutrição das cabras, mantendo assim uma boa produtividade.

Portanto, conforme evidenciado neste estudo, o processo de produção de alimentos para consumo humano envolve vertentes de áreas distintas. Modificar a alimentação animal, eleger um processo de criação mais sustentável, desenvolver o bem-estar animal são demandas de estudos cada vez mais necessárias em decorrência do processo evolutivo atual que a sociedade vive, logo garantir a viabilidade de



modelos sustentáveis de produção tornou-se uma questão de sobrevivência a longo prazo.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balthazar, C. F., Pimentel, T. C., Ferrão, L. L., Almada, C. N., Santillo, A., Albenzio, M., Cruz, A. *G.Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development*. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**. 2017. Vol. 16, n. 2, p.247-262.

Buss. D. A., Henkes. J. A. Environmental impacts caused by dairy products with focus on the reuse of waste generated. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 384 - 395, out. 2014/mar.2015.

Cabral, C.F.S., *Elabras Veiga L. B, Araújo M. G, Souza S. L.* Avaliação do Ciclo de Vida na Produção de Queijo de Cabra. XX **ENGEMA. 2018**. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/203.pdf>>. Acesso em 20 mar 2019.

Campos, A. F. Substituição do farelo de soja por levedura seca inativa em dietas de bovinos de corte. / Andressa Fernanda Campos. Viçosa – Minas Gerais, 2011. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.



Cassanego, D.B., Gusso, A. P., Mattana, P., da Silva, S. V., de Pelegrinni, L. G. Características físico-químicas e sensoriais de bebida láctea de leite de cabra. ***Synergismus scyentifica UTFPR***, v.7, n.1, 2012.

Catunda, K.L.M.; Aguiar, E.M.; Silva, J.G.M.; Rangel, A.H.N.. Leite caprino: características nutricionais, organolépticas e importância do consumo. **Revista Centauro**, v.7, n.1, p 34 - 55, 2016.

CONAB (2015) Perspectivas para a agropecuária—volume 3—Safrá 2015/2016—produtos de verão. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília.

Dalla Riva, A., Burek, J., Kim, D., Thoma, G., Cassandro, M., & De Marchi, M. Environmental life cycle assessment of Italian mozzarella cheese: Hotspots and improvement opportunities. **J. Dairy Sci.** 100:7933–7952
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-12396>, 2017.

Dias, S.I.L. Avaliação de estudos de avaliação de ciclo de vida para os laticínios. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro – Portugal.



Djekic, I., Miocinovic, J., Tomasevic, I., Smigic, N., & Tomic, N. Environmental life-cycle assessment of various dairy products. I. **Journal of Cleaner Production**. 2014, n. 68, p. 64 a 72.

Eckstein, E. I. Alternativas de fontes proteicas na alimentação de ruminantes em substituição ao farelo de soja. / Everline Inês Eckstein. Marechal Cândido Rondon. 2017. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon.

Elwood, P. C., Pickering, J. E., Givens, D. I., & Gallacher, J. E. The Consumption of Milk and Dairy Foods and the Incidence of Vascular Disease and Diabetes: An Overview of the Evidence. 2010. **Lipids**, Vol. 45, n. 10, p.925-939.

FAO (2019) Milk and milk products. <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/en/>. Accessed 24 Jun 2019.

FAO (2015) Milk facts. <http://www.fao.org/resources/infographics/infographicsdetails/en/c/273893/>. Accessed 24 Jun 2019.



Geough, E. J. Mc, Little, S. M., Janzen, H. H., McAllister, T. A., McGinn S. M., Beauchemin, K. A. Life-cycle assessment of greenhouse gas emissions from dairy production in Eastern Canada: A case study. **Journal of Dairy Science** Vol. 95 No. 9, 2012

Guerra, Mirela Gurgel. Milho e ureia em substituição ao farelo de soja para vacas em lactação a pasto. 2016. 110 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Haenlein, G.F.W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**. 2004. vol.51, p.155-163.

Hodgkinson, A. J., Wallace, O. A. M., Boggs, I., Broadhurst, M., & Prosser, C. G. Gastric digestion of cow and goat milk: Impact of infant and young child in vitro digestion conditions. **Food Chemistry**. 2017. Vol. 245, p.275-281.

IBGE (2019) Pesquisa trimestral do leite. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=destaques>. Acesso em 01 jun 2019.



IBGE (2015) Produção da pecuária municipal 2014.

http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf.

Accessed 1 Jun 2019.

Kim, D., Thoma, G., Nutter, D., Milani, F., Ulrich, R., & Norris, G. Life Cycle Assessment of Cheese and Whey Production in the USA. **Int. J. Life Cycle Assessment**.

Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-013-0553-9>>.

Acesso em 20 mar 2019.

Lima, I. S. S. Fat protected and profile of fatty acids goat milk: a review. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. 2016. Vol. 10, n. 4, p.830-840, 2016.,

Lima Júnior, Braga, A. P., Rangel, A. H. de N., Braga, Z. C. A. C., Barreto, H. F. M., Maciel, M. V. Farelo de algodão (*Gossypium spp.*) extrusado na dieta de ruminantes: consumo e digestibilidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 1, p. 68 – 75, 2011.

Nigri, E.M. Avaliação comparativa do ciclo de vida de produtos alimentícios industriais e artesanais da culinária mineira. Belo Horizonte, MG, 2012.

OECD/FAO (2016) Dairy and dairy products. OECD-FAO agricultural outlook 2016–2025. OECD Publishing, Paris



Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**. 2007. V.68, p.88-113, 2007.

Pulina, G., Milán, M. J., Lavín, M. P., Theodoridis, A., Morin, E., Capote, J., Caja, G. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. **Journal of Dairy Science**. 2018. Vol.8, n. 101, p. 6715–6729.

Robertson, K. Symes. W. Garnham, M. Carbon footprint of dairy goat milk production in New Zealand. **J. Dairy Sci.** 98:4279–4293 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-9104>, 2015.

Santos, H. C. M., Maranduba, H. L., de Almeida Neto, J. A., & Rodrigues, L. B. Life cycle assessment of cheese production process in a small-sized dairy industry in Brazil. **Environ Sci Pollut Res**. 2017. 24:3470–3482.

Silva, Danilo José da. Resíduos na Indústria de Laticínios. (2011). Disponível em: <<http://www.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais2.pdf>>. Acesso em: 03 mar 2019.



Soares, B. B., Alves, E. C., Maranduba, H. L., da Silva, F. F., de Albuquerque Fernandes, S. A., de Almeida Neto, J. A., & Rodrigues, L. B. Effect of handling and feeding strategies in the environmental performance of buffalo milk in Northeastern Brazil. **The International Journal of Life Cycle Assessment**.
<https://doi.org/10.1007/s11367-018-1547-4>, 2018.

Taylor, M. W.; Macgibbon, A.K.H. Milk Lipids:General Characteristics. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, p.649-654, 2011.

Verruck, S., Dantas, A., & Prudencio, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of Functional Foods**, v. 52, p.243-257, 2019.