

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA NA PRODUÇÃO DE QUEIJO DE CABRA

CAROLINE FERREIRA SOARES CABRAL

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO - IFRJ

SIMONE LORENA QUITERIO DE SOUZA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO - IFRJ

MARCELO GUIMARAES ARAUJO

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA

LILIAN BECHARA ELABRAS VEIGA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

AValiação DO CICLO DE VIDA NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE QUEIJO DE CABRA

Palavras chaves: Avaliação do ciclo de vida, queijo de cabra, impactos ambientais

1. Introdução

Após a Revolução Industrial houve um aumento na demanda por bens de consumo. Com o uso das máquinas pelas indústrias a capacidade de alterar o ambiente em que se vive foi multiplicada. Desde então, a sociedade vem passando por constantes mudanças de hábitos de consumo.

Somando-se esse aumento na demanda por bens de consumo ao crescimento populacional desmesurado, houve um aumento da necessidade de extração de matérias-primas, do uso de fontes de energia não renováveis e da geração e do descarte de resíduos. Como resultado, diversos impactos ambientais começam a ser identificados, tais como, o efeito estufa, a disseminação de substâncias tóxicas no meio ambiente, a contaminação de corpos hídricos, dos lençóis freáticos e do solo, a redução drástica de áreas florestais tropicais e da biodiversidade, dentre outros, agravando o processo de degradação ambiental.

Diante da problemática as empresas, na busca de uma maior eficiência no processo produtivo, gradualmente, começaram a adotar, de forma voluntária e como estratégia de negócios, instrumentos de gestão ambiental, com o objetivo de reduzir a geração de poluentes e minimizar o uso dos recursos naturais (matéria-prima, água, energia).

Assim, as empresas, em um primeiro momento, por imposição legal, e depois por vislumbrarem vantagem competitiva, passam a considerar o impacto de suas operações no meio ambiente. Essa mudança de paradigma foi resultado, em um primeiro momento da pressão exercida pelo governo, e depois pela sociedade e pelo mercado (Barieri, 2016).

Devido ao crescente processo de conscientização ecológica da sociedade, a adoção de instrumentos de gestão ambiental passa a ser desejável para que a empresa tenha uma imagem positiva frente à sociedade, ao mercado e a seus acionistas.

No setor de alimentos não tem sido diferente. A preocupação com o meio ambiente e o aumento da produtividade gerou a busca por novas tecnologias que aperfeiçoem a capacidade produtiva de forma sustentável, ao menor custo e mantendo a competitividade, pois a industrialização de alimentos está entre os processos que mais consomem recursos naturais, principalmente a água, e geram resíduos. Neste sentido, as indústrias de alimentos têm o desafio de se tornarem ambientalmente corretas, ao menor custo e mantendo a competitividade

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta de gestão ambiental, de natureza voluntária, reconhecida internacionalmente que possibilita a identificação, quantificação e avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos de atividades produtivas ao longo de todo o seu ciclo de vida, por meio da quantificação do uso de recursos naturais (entradas) e das emissões ambientais (saídas), permitindo a adoção de medidas mitigatórias.

Diante do exposto o presente estudo teve como objetivo avaliar o ciclo de vida da produção de queijo de cabra, aplicando a ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a partir da norma ABNT NBR ISO 14040:2009 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura, com o propósito de analisar e comparar os impactos ambientais gerados durante o processo de fabricação e propor medidas mitigatórias.

2. Problema de Pesquisa

A preocupação com a escassez dos recursos naturais e com os impactos ambientais gerados para manter o estilo de vida capitalista, focado na extração de recursos naturais, produção e aquisição de bens de consumo resultou na necessidade de desenvolvimento de alternativas sustentáveis de produção.

O crescimento populacional acelerado resultou no aumento do consumo de bens e consequente aumento da produção industrial, tendo por consequência impactos ambientais a nível global, regional e local. Como exemplo desses impactos tem-se o aumento das emissões de gases de efeito estufa, o consumo excessivo de água e o lançamento de efluentes nos corpos hídricos e ainda a contaminação de solo e de fontes naturais de água com resíduos provenientes do processo produtivo, levando a uma escassez de recursos naturais.

Uma alternativa que pode contribuir para a minimização dos impactos ambientais resultantes da produção de bens de consumo é identificar e analisar o ciclo de vida dos produtos. Os produtos possuem um ciclo de vida que se inicia a partir da extração das matérias-primas, passando para a manufatura, distribuição, utilização e descarte final, ou seja, do berço ao túmulo.

Com a adoção da ferramenta de ACV a empresa pode identificar as etapas do processo de produção que resultam em um maior consumo de recursos naturais e em impactos ambientais mais significativos e implementar ações corretivas e preventivas que visem minimizar o consumo destes recursos e a geração de poluentes.

O consumidor, por sua vez, tornou-se mais consciente e exigente quanto aos produtos que consome, dando preferência a produtos que seguem uma linha sustentável. Logo, a realização da ACV também permite a empresa utilizar um *marketing* de mercado, *marketing* verde, para atrair esse consumidor consciente, preocupado em adquirir produtos ecologicamente corretos, através de um rótulo ecológico no seu produto final, que apresente informações objetivas sobre aspectos ambientais do produto.

3. Objetivo

O presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação do ciclo de vida na produção de queijo de cabra, aplicando a ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a partir da norma ABNT NBR ISO 14040:2009 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura, com o propósito de avaliar e comparar os impactos ambientais gerados durante o processo de fabricação e propor medidas mitigatórias.

4. Fundamentação Teórica

A sustentabilidade e a produção de laticínios

A utilização desenfreada dos recursos naturais do planeta gerou em muitos países uma preocupação crescente relacionada justamente ao esgotamento desses recursos e a sustentabilidade do crescimento da economia dos países, o resultado foi inúmeros encontros entre nações a fim de discutir o tema. Foi em meio a essas discussões que surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável definido como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações no sentido de atenderem às suas próprias necessidades (CMMAD, 1988).

Um dos desafios mais relevantes e atuais para o desenvolvimento do Brasil é manter constante o crescimento e desenvolvimento da produção agropecuária e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais dessa produção sobre os recursos naturais. Muito recentemente as políticas governamentais voltadas para esse setor despertaram para questões que dizem respeito à sustentabilidade ambiental e de fato definir programas e metas com esse objetivo (IPEA, 2012).

Nas últimas décadas o setor da agroindústria destacou-se na economia brasileira, pois demonstrou um aumento expressivo em produtividade e também cresceu sua importância para a manutenção do equilíbrio da balança comercial do país. Houve uma modernização no setor e um aumento no uso intensivo de insumos e máquinas, elevando-se assim os níveis de produtividade (GASQUES *et al.*, 2010). Estima-se que a produção da agroindústria brasileira corresponda atualmente por 22,7% do Produto Interno Bruto (PIB) (CEPEA, 2011).

No Brasil, nas últimas décadas, as políticas públicas priorizaram o modelo de desenvolvimento baseado na revolução verde, o que proporcionou um aumento considerável da produção agropecuária do país, promoveu-se o desenvolvimento da tecnologia de produção de commodities, definindo o Brasil como celeiro alimentar no cenário mundial (CRESTANA e FRAGALLE, 2012). No entanto, essas políticas deixaram de lado os potenciais impactos ambientais do modelo de desenvolvimento adotado, promovendo um desequilíbrio na sustentabilidade ao favorecer o aspecto econômico ao social e ambiental.

Diante da problemática houve um aumento da promoção de políticas com viés de sustentabilidade impulsionado pela pressão mundial para mitigação de mudanças climáticas, exigência do mercado e conscientização da sociedade em relação ao tema.

O setor de laticínios no Brasil é numeroso e diversificado, pois conta com empresas de pequeno a grande porte, desde pequenos produtores, cooperativas até grandes multinacionais com capacidade de processamento para centenas de litros de leite diariamente.

Por esse motivo as indústrias de laticínios possuem grande relevância, tanto social quanto econômica (JERÔNIMO *et al.*, 2012).

As indústrias de laticínios são responsáveis por causar grande dispêndio de água e geração e efluentes com carga orgânica elevada, advindos das operações de limpeza de equipamentos e setores. Logo, os principais impactos ambientais identificados nas indústrias de lácteos são o lançamento de efluentes líquidos, a geração de resíduos sólidos e as emissões atmosféricas que em geral não possuem nenhum controle ou medidas de tratamento. A propagação de resíduos e efluentes desinentes do processamento da matéria prima é um ponto a ser considerado quando relacionada aos impactos ambientais que são gerados (BOSCO, 2013; MACHADO; SILVA e FREIRE, 2001; MACHADO *et al.*, 2006; NAIME *et al.*, 2005). Além de que, o elevado consumo de água ao longo da produção de lácteos torna este setor da indústria um dos principais geradores de efluentes potencialmente poluidores (POKRYWIECKI *et al.*, 2013).

As pequenas e médias indústrias de laticínios também geram resíduos sólidos como embalagens e bombonas plásticas, embalagens de papelão secundárias, lixo doméstico, cinzas de caldeiras, aparas de queijo, vidros e metais em menores quantidades. As emissões atmosféricas geradas pelas indústrias de laticínios são advindas da queima dos combustíveis nas cadeiras como óleo ou lenha, cujo vapor é utilizado em processos produtivos como pasteurização de leite e fabricação de queijos e também para desinfecção e limpeza do ambiente (NOGUEIRA *et al.*, 2011).

Nesse sentido, é imprescindível que as indústrias de laticínio busquem alternativas para minimizar os impactos ambientais gerados em seu processo produtivo, e assim estar em conformidade no que diz respeito às questões ambientais, que grande parte das vezes são tratadas como fatores secundários e onerosos, ou seja, um custo a mais para a empresa.

Percebe-se, que, ainda hoje, para muitas empresas o fator que impulsiona a adoção de práticas de gestão ambiental, não é a prevenção da poluição, mas sim a legislação ambiental, os chamados instrumentos de comando e controle (MARQUART *et al.*, 2011).

Qualidade nutricional do leite de cabra e sua importância

O leite de cabra possui qualidades nutricionais que são mais valorizadas diante do leite bovino, ele apresenta micelas de caseína e glóbulos de gordura menores em relação ao leite de vaca o que significa uma menor permanência do leite de cabra no estômago e menor trânsito intestinal, pois os glóbulos menores são mais facilmente digeridos pelos sucos digestivos e lipases (LUIZ *et al.*, 1999; MESQUITA *et al.*, 2004).

Também possui baixo teor de lactose, maior percentual de vitaminas A e complexo B e maior proporção de ácidos graxos de cadeia curta e média (PARK *et al.*, 2007).

A porcentagem de proteínas no leite de cabra é relevante 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).

O leite caprino está na categoria de alimentos funcionais atualmente, pois além de ser uma excelente fonte de nutrientes, participa da manutenção da saúde e reduz o risco de desenvolvimento de doenças. É recomendado como parte de uma alimentação adequada principalmente para indivíduos idosos convalescentes e crianças devido suas características hipoalérgicas e uma melhor digestibilidade (HAENLEIN, 2004, CHYE *et al.*, 2012).

Em regiões áridas e semiáridas o leite de cabra constitui um alimento essencial como fonte de proteína de alto valor biológico e alto teor de cálcio, principalmente para pessoas de baixa renda, pois nessas regiões as vacas têm dificuldade de adaptação, portanto as cabras são consideradas pelos consumidores como animais ecológicos e seus produtos satisfatórios para manutenção da saúde (HAENLEN, 2004).

De acordo com Olalla *et al.* (2009), com a atual tendência da procura por uma alimentação saudável o leite de cabra e seus produtos derivados constitui um nicho de mercado promissor dentro da indústria de lácteos devido suas características nutricionais e funcionais. Além disso, os produtos derivados do leite de cabra possuem alto valor agregado devido características de sabor e aroma peculiares, demonstrando oportunidades de diversificar e inovar o mercado de lácteos e atender novas demandas por produtos diferenciados (CHACÓN VILLALOBOS, 2005; RODRIGUEZ *et al.*, 2008, VARGAS *et al.*, 2008).

Avaliação do Ciclo de Vida

A ACV é uma metodologia de avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos de atividades produtivas durante todo o seu ciclo de vida. Ela auxilia na tomada de decisão diante de diferentes tipos de produtos, processos e matérias primas, levando em consideração os que menos geram impactos ao meio ambiente. Também é possível apontar possibilidades de melhorias nos aspectos ambientais levando em consideração as muitas etapas de uma linha de produção, disponibilizando uma visão global dos impactos provocados pela manufatura de determinado produto, distinguindo as etapas críticas da linha de produção que consomem grandes quantidades de recursos naturais e resultam em enormes descargas de dejetos no meio ambiente. Por fim é possível comparar mais de um produto ou linha de produção e optar pelo melhor desempenho do ponto de vista ambiental (NIGRI *et al.*, 2009).

As décadas de 70 a 90 configuram o período de concepção do ACV, diversas abordagens e terminologias foram utilizadas, porém os resultados foram conflitantes, o que

acabou por limitar, provisoriamente, a aplicação da metodologia ACV (GUINÉE *et al.*, 2011). Porém, a urgência dos problemas relacionados à gestão de resíduos sólidos foi um fator revigorante da ACV a partir de 1988 (CURRAN, 2006).

A partir de 1990 ocorreu a padronização das normas da série ISO 14040 como resultado da convergência realizada pela SETAC (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*). Também houve a consolidação dos *softwares* e banco de dados que foram disponibilizados comercialmente, o que permitiu a disseminação da metodologia ACV (GUIMARÃES, 2012). E nos anos 2000 a UNEP e a SETAC estruturaram e elaboraram manuais e o programa “Life Cycle Initiative”, além de, incentivar e semear o conceito de filosofia do ciclo de vida (GUINÉE *et al.*, 2011). Ao mesmo tempo foi lançado o manual de Guinée detalhando as normas ISO 14040 (GUINÉE *et al.*, 2002).

Após esse período o conceito de ACV foi sendo introduzido nas políticas regionais e introduzido nas Políticas Integradas de Produtos, por meio do Instituto de Meio Ambiente e Sustentabilidade (*Institute of Environmental and Sustainability – Joint Research Centre – European Commission*). Instituíram os manuais ILCD - *International Reference Life Cycle Data System* (ECJRC-IES, 2010a) com a demanda do Plano de Ação de Consumo e Produção Sustentável, objetivando assegurar a qualidade e consistência para os dados, métodos e avaliação do ciclo de vida.

Em novembro de 2001 foi o lançamento da primeira norma ISO da série 14040 (NORMAS BRASILEIRAS – NBR ISO 14040, 2001) traduzida pela ABNT (RIBEIRO, 2009). A fim de divulgar e desenvolver o uso da ferramenta ACV no Brasil e também para a criação de um inventário nacional, em 2002 foi criada a Associação Brasileira do Ciclo de Vida (ABCV).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2001), a Análise do Ciclo de Vida (ACV) de um produto é considerada como uma ferramenta de gestão ambiental que analisa os aspectos e potenciais impactos ambientais ao longo do processo de produção de determinado produto.

De acordo com a norma ISO 14040 (2009), a ACV é realizada em quatro fases distintas, a saber:

- **Definição de objetivo e escopo:** No objetivo de um estudo de ACV a aplicação pretendida deve ser declarada claramente, especificando-se também as razões para a realização do estudo e o público a que se destina. Já o escopo compreende a abrangência do estudo. Deve-se demonstrar o sistema do produto a ser estudado, as fronteiras desse sistema, a unidade funcional e os limites do sistema (SHERWANI *et al.*, 2010, ZHOU *et al.*, 2011).
- **Avaliação de inventário:** É a elaboração do Inventário do Ciclo de Vida (ICV). De acordo com a Norma ABNT (2009) o ICV é a compilação e de quantificação de entradas e saídas do produto durante seu ciclo de vida. Consiste em compilar os dados e quantificar a energia e matérias primas, materiais secundários, produtos e co-produtos, emissões atmosféricas, emissões para a água e solo, resíduos sólidos, e outros dejetos produzidos durante o ciclo de vida do produto, processo ou atividade. Uma vez tratados, os dados do inventário são utilizados para avaliar os impactos ambientais associados ao ciclo de vida do produto.
- **Avaliação de impacto:** o objetivo de avaliar o impacto ambiental gerado durante o ciclo de vida de um produto é compreender e avaliar a relevância e a extensão desses impactos com base na análise do inventário, pois o objetivo principal de um estudo ACV é desenvolver medidas mitigatórias, afim de que esses impactos gerados sejam reduzidos (Almeida e Giannetti, 2006). As

metodologias de avaliação de impacto normalmente utilizadas em um estudo de ACV são Ecoindicator 99 e ReCiPe 2008.

- **Interpretação de resultados:** Todas as considerações descritas inicialmente para uma Avaliação do Ciclo de Vida afetam o resultado final. Ao término do estudo é necessária a realização de uma avaliação dos resultados obtidos antes de gerar um relatório final. Chehebe (2002) relata que o objetivo desta fase é fazer conclusões, explicar as limitações, além de oferecer recomendações para uma avaliação completa do ciclo de vida do produto avaliado.

5. Discussão

Este item apresenta o processo produtivo do leite de cabra que foi dividido em duas etapas, sendo a primeira a produção de leite de cabra e a segunda a produção de queijo de cabra.

Para a coleta de dados em campo foi selecionado um produtor de porte médio da área periurbana da cidade do Rio de Janeiro.

O leite de cabra é adquirido de cinco fazendas distintas, todas com Boas práticas de Fabricação implantadas, como por exemplo, ordenha mecanizada, higienização e sanitização da sala de ordenha, remoção de resíduos orgânicos e minerais provenientes do leite dos equipamentos e controle de zoonoses dos animais, a fim de, manter e produzir queijos com um padrão de identidade e qualidade. Ao chegar ao laticínio o leite é despejado no tanque de pasteurização e após no tanque onde ocorrerá o processo de coalho. O queijo é então embalado e distribuído para redes de supermercados e restaurantes do Rio de Janeiro.

O processo de coleta de dados em campo se deu por meio de um roteiro de perguntas pré-estabelecidas. O objetivo do roteiro foi obter o máximo de informação acerca do processo produtivo do queijo de cabra tais como: origem do leite (principal insumo), fonte de energia e água utilizadas, resíduos gerados pela produção, etc.

Os dados recolhidos foram medidos em função da quantidade do produto produzida mensalmente e posteriormente calculados em função das unidades funcionais estabelecidas de 1 litro de leite de cabra e 1 Kg de queijo de cabra.

A ACV é uma ferramenta que faz uso de grande e variada quantidade de dados que precisam de manipulação para obter resultados. Isso requer gasto de tempo e de recursos e para otimizar esse trabalho os softwares foram inseridos nesse contexto, viabilizando diversas pesquisas.

Os *softwares* mais utilizados na bibliografia são: Simapro, KCL-ECO, LCAiT, GaBi, PEMS e Umberto (GOEDKOOPE *et al.*, 2008). Todavia, não foi desenvolvido ainda um software brasileiro e por essa razão os dados que se referem aos impactos ambientais gerados na produção dos insumos utilizados na fabricação de leite e queijo de cabra foram acessados no banco de dados *ecoinvent* do *software* Simapro®. É importante ressaltar que alguns dos insumos fornecidos pelo *software* são dados europeus e destoam da realidade brasileira.

Não foram considerados no estudo os impactos ambientais oriundos da produção de plásticos, papelão e emissão de CO₂ da cadeia de transporte. Os dados foram inseridos no *software* Simapro® para avaliação de impacto de ciclo de vida.

O'Brien *et al.* (2012) definem o termo “uso da terra” como um recurso indisponível momentaneamente para outros fins, pois se encontra ocupado para cultivo e à transformação como perda da biodiversidade e serviços ecossistêmicos. É expressa em m² por ano.

Na cadeia de produção de produtos lácteos, a etapa que mais demanda o uso da terra é a fase agrícola, logo quanto mais intensiva a exploração leiteira menor é o uso da terra para produzir ração para os animais (BARTL; GÓMEZ; NEMECEK, 2011; OLSZENSWSKI, 2011). Da mesma maneira, os sistemas convencionais estudados demonstram necessitar de

menor demanda com relação ao uso da terra do que sistemas de plantação orgânicos (THOMASSEN *et al.*, 2008).

O cultivo de soja e milho produz uma quantidade significativa de energia e proteína por unidade de área em comparação à pastagem, portanto necessita de uma menor ocupação do solo para alimentar a mesma quantidade de animais, provavelmente por que no sistema intensivo e convencional a alimentação se dá por meio de silagem e concentrado que possui esses ingredientes como base. Em sistemas extensivos no Brasil e no Peru (BARTL; GÓMEZ; NEMECEK, 2011; OLSZENSWSKI, 2011) e sistemas orgânicos na Dinamarca e na França (VAN DER WERF; KANYARUSHOKI; CORSON, 2009) a base da alimentação animal é a pastagem.

No entanto, ao avaliar o ciclo de vida na produção de leite e queijo de cabra o presente estudo encontrou resultados divergentes ao verificar que a maior parte do impacto ambiental era proveniente do uso da terra na produção de soja, principal grão da ração servida aos animais, tal resultado foi constatado mesmo sendo a produção avaliada classificada como sistema semi-intensivo. Corroborando com o presente estudo, O'Brien *et al.* (2012) verificaram que o maior uso de terra advinha do sistema confinado (0,9 m²ano), enquanto a utilização de pastagem fez uso de apenas 0,7 m² de terra por ano. As diferenças foram atribuídas devido à produtividade da pastagem, à composição do concentrado e aos procedimentos de alocação de subprodutos do concentrado.

Resultados semelhantes foram encontrados em dois estudos de Avaliação do Ciclo de Vida na produção de leite da região Sul do Brasil, os resultados demonstraram que aproximadamente 100% do uso da terra era proveniente da produção de alimentos (OLSZENSWSKI, 2011).

Os concentrados são os ingredientes de elevado teor proteico e energético, são utilizados como complemento da dieta dos animais, portanto os ingredientes mais utilizados para dar o aporte proteico necessário à dieta animal é a soja. Cabe ressaltar que a cabra é um animal de fácil adaptação e em um sistema semi-intensivo, ou mesmo, intensivo é possível fazer a substituição do uso da soja por um ingrediente cuja produção não produza impactos ambientais relevantes em relação ao uso da terra. A boa nutrição dos animais representa uma maior produtividade, ou seja, quanto mais eficiente este processo for maior será a produção.

Foi constatado no presente estudo que o uso do farelo de soja como parte do concentrado é responsável pela maior parte do impacto ambiental gerado, portanto uma alternativa viável é a busca por ingredientes que sejam oriundos de um cultivo sustentável, oferecendo ainda uma nutrição eficiente e economicamente viável.

Como sugestão para esse impacto ambiental identificado é possível substituir inteira ou parcialmente o farelo de soja do concentrado por uma alternativa que cause menos impactos ambientais durante sua produção e que seja um subproduto do plantio. Pires e colaboradores (2004) realizaram um estudo que introduziu farelo de cacau na alimentação de ovinos em substituição ao concentrado a base de milho e farelo de soja. O estudo observou que a inclusão de 30% de farelo de cacau no concentrado, em substituição ao milho e ao farelo de soja, não afetou o consumo de matéria seca, o valor de proteína bruta, o ganho de peso e a conversão alimentar e ainda reduziu o custo do concentrado em 17,55%, podendo, portanto ser utilizado como ingrediente do concentrado na alimentação de ovinos. No entanto, estudos como este ainda são raros, ressaltando a necessidade de mais pesquisas que viabilizem alternativas sustentáveis e economicamente viáveis em substituição ao farelo de soja do concentrado.

6. Conclusão

A avaliação do ciclo de vida se apresenta como uma importante ferramenta para a Gestão Ambiental e para a melhoria dos produtos, pois promove a melhora dos aspectos ambientais e também é possível atingir uma melhora econômica à medida que os recursos passam a ser mais bem utilizados e alternativas viáveis e sustentáveis são postas à disposição. A ACV se mostra uma ferramenta objetiva, pois se baseia em modelos quantitativos e qualitativos o que permite chegar a conclusões exatas para que sejam tomadas decisões mais acertadas no que diz respeito ao desenvolvimento e produção do produto.

A ACV apresenta a vantagem de analisar o ciclo como um todo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o ciclo de vida da produção de queijo de cabra e apontar a fase do processo que mais implica em impactos ambientais negativos, afim de, estabelecer alternativas tornando o processo mais sustentável.

O uso da terra para alimentação das cabras mostrou-se responsável por grande parte dos impactos ambientais gerados tanto na produção de leite de vaca quanto na produção de leite de cabra. Sessenta por cento (60%) do concentrado oferecido para os animais é composto de farelo de soja e milho, sendo a cultura da soja a mais agressiva ao meio ambiente. Portanto, o desenvolvimento de estudos que tragam alternativas sustentáveis, nutricionalmente balanceadas e financeiramente acessíveis em substituição ao uso do farelo de soja no concentrado são necessários. Para tanto, a realização de parcerias entre o setor produtivo, a academia e centros de pesquisa são imprescindíveis.

Referências Bibliográficas

BARTL, K.; GÓMEZ, C.A.; NEMECEK, T. **Life cycle assessment of milk produced in two smallholder dairy systems in the highlands and the coast of Peru.** *Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 13, p. 1494-1505, 2011.

BOSCO, W.A. **Programa de Produção Mais Limpa em uma Indústria de Laticínios de Médio Porte.** Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC Curso de Graduação de Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2013.

CASSANEGO, D.B.; GUSSO, A.P.; MATTANNA, P.; SILVA, S.V.; PELLEGRINI, L.G. **Características físico-químicas e sensoriais de bebida láctea de leite de cabra.** *Synergismus scientifica UTFPR*, v.7, n.1, 2012.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. PIB Agro Cepea-USP/CNA. 2011. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

CHACÓN VILLALOBOS, A. **Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones em el proceso agroindustrial.** *Agronomía Mesoamericana*, v.16, n.2, p.239-252, 2005.

CHEHEBE, J. R. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos: ferramenta gerencial da ISO14000.** Rio de Janeiro: Qualitymark, CNI,1997.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum.** 2a ed. Tradução de Our common future. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CRESTANA, S.; FRAGALLE, E. P. **A trilha da quinta potência: um primeiro ensaio sobre ciência e inovação, agricultura e instrumentação agropecuária brasileiras.** *Revista Eixo*, Brasília, v.1, n.1, p. 7-19, 2012.

CURRAN, M. A; NOTTEN, P. CHAYER, J.A.; CICAS, G.. **Summary of Global Life Cycle Inventory Data Resources. Task Force 1: Database Registry.** SETAC/UNEP Life Cycle Initiative, 2006.

EC (European Commission) JRC (Joint Research Centre) IES (Institute for Environment and Sustainability). **ILCD International Reference Life Cycle Data System. General Guide for Life cycle Assessment – Detailed guidance.** 2010a.

GASQUES, J. G. *et al.* **Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos censos agropecuários.** In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas.** Brasília: Ipea, 2010. p. 19-44.

GOEDKOOOP, M., SCHRUYVER, A.D., OELE, M. **Introduction to LCA with SIMAPRO 7.** Pre Consultant, The Netherlands, 2008.

GUIMARÃES, G.A. **Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil**. Rio de Janeiro, 2013.

GUINÉE, J.B.; GORRÉE, M.; HEIJUNGS, R.; HUPPES, G.; KLEIJN, R.; KONING, A. DE; OERS, L. VAN; WEGENER SLEESWIJK, A.; SUH, S.; UDO DE HAES, H.A.; BRUIJN, H. DE; DUIN, R. VAN; HUIJBREGTS, M.A.J. **Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background**. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002.

GUINÉE, J.B.; HEIJUNGS, H.; HUPPES, G.; ZAMAGNI, A.; MASONI, P; BUONAMICI, R. **Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future**. Environmental Science and Technology, 45(1), 90-96, 2011.

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

IPEA. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Brasília, DF, 2012. 52 p.

JERÔNIMO, C. E.; COELHO, M. S.; MOURA, F. N.; ARAUJO, A. B. **Qualidade ambiental e sanitária das indústrias de laticínios do município de Mossoró-RN**. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, mar-ago 2012, p. 1349-1356.

LUIZ, M.T.B.; DRUNKLER, D.A.; HENN, R.; FETT, R. **Leite de cabra: hipoalergenicidade, composição química e aspectos nutricionais**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.54, n.306, p.23-31, 1999.

MACHADO, R. M. G.; SILVA, P. C.; FREIRE, V. H. **Controle ambiental em indústrias de laticínios**. Brasil Alimentos, n. 7, p. 34-36, 2001.

MACHADO, Ê. L. *et al.* **Gestão Tecnológica Ambiental de uma indústria de laticínios**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIASANITARIA Y AMBIENTAL, 30., 2006, Uruguai. Anais. Puntadel Leste: AIDIS, 2006. p. 1-6.

MARQUARDT, L., ROHLFES, A. L. B., BACCAR, N.M., OLIVEIRA, M. S. R., RICHARDS, N. S. P. S. **Indústrias Lácteas: Alternativas de Aproveitamento do Soro de Leite como Forma de Gestão Ambiental**. **Revista do depto. de Química e Física**, v. 15, n. 2. 2011.

MESQUITA, I.V.U.; COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N. **Efeito da dieta na composição química e características sensoriais do leite de cabras**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.59, n.340-341, p.73-80, 2004.

NAIME, R.; GARCIA, A. C. **Utilização de enraizadas no tratamento de efluentes agroindustriais**. Estudos tecnológicos, v. 1, n. 2, p. 9-20, 2005.

NBR ISO 14040. **Gestão Ambiental -Avaliação do ciclo de vida -Princípios e estrutura**, ABNT, São Paulo, Novembro 2001. 10p.

NIGRI, E. M.; ROMEIRO FILHO, E.; ROCHA, S. D. F. **Cimento tipo *Portland*: uma aplicação do ciclo de vida simplificada.** In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009.

NOGUEIRA, A.C.; PERES, A.P.; CARVALHO, E.M. **Avaliação do risco ambiental utilizando fmea em um laticínio na região de lavras – MG.** Revista Produção Online, v. 11, n. 1, 2011.

O'BRIEN, D.; CAPPER, J.L.; GARNSWORTHY, P.C.; GRAINGER, C.; SHALLOO, L. **A case study of the carbon footprint of Milk from high-performing confinement and grass-based dairy farms.** *Journal of Dairy Science*, v. 97, n. 3, p. 1835-1851, 2014.

OLALLA, M.; RUIZ-LÓPEZ, M.D.; NAVARRO, M.; ARTACHO, R.; CABRERA, C.; GIMÉNEZ, R.; RODRIGUEZ, C.; MINGORANCE, R. **Nitrogen fractions of Andalusian goat milk compared to similar types of commercial milk.** *Food Chemistry*, v.113, p.835-838, 2009.

OLSZENSWSKI, F.T. **Avaliação do ciclo de vida da produção de leite em sistema semi extensivo e intensivo: estudo aplicado.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PARK, Y.W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G.F.W. **Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk.** *Small Ruminant Research*, v.68, p.88-113, 2007.

PIRES, A. J. V. *et al.* **Farelo de cacau na alimentação de ovinos.** *Revista Ceres.*, Itapetinga, BA. v. 51 (293): 33-43, 2004.

POKRYWIECKI, T. S. *et al.* **Avaliação do processo de tratamento de efluentes de laticínios.** *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient*, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 155-161, 2013.

RIBEIRO, F., da SILVA, Gil. **Life-cycle inventory for hydroelectric generation: A Brazilian case study.** *Journal of Cleaner Production* v. 18, pp. 44–54, 2010.

RODRIGUEZ, V.A.; CRAVERO, B.F.; ALONSO, A. **Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.28, p.109-115, 2008.

SHERWANIA, A. F.; USMANIB, J. A.; VARUNC. **Life cycle assessment of solar PV based electricity generation systems: A review.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v. 14, n.1, p. 540–544, 2010.

THOMASSEN, M.A.; VAN CALKER, K.J.; SMITS, M.C.J.; IEPEMA, G.L.; DE BOER, I.J.M. **Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands.** *Agricultural Systems*, v. 96, n. 1-3, p. 95-107, 2008.

VAN DER WERF, H.M.G.; KANYARUSHOKI, C.; CORSON, M.S. **An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment.** *Journal of Environmental Management*, v. 90, n. 11, p. 3643-52, 2009.

VARGAS, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. **Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows and goats milk.** *International Dairy Journal*, v.18, p.1146-1152, 2008.

ZHOU, J.; CHANG, V. W.C.; FANE, A. G. **Environmental life cycle assessment of reverse osmosis desalination: The influence of different lifecycle impact assessment methods on the characterization results.** *Desalination* v. 283, n.1, p. 227–236, 2011.