



ANAIS

OPORTUNIDADES E DESAFIOS DO ESTUDO DA ACV NA PECUÁRIA LEITEIRA: UMA ANÁLISE BIBLIOMETRICA

GABRIEL MIRANDA MONTEIRO DIOGO

gmm.diogo@unesp.br

UNESP

ANDREIA MARIZE RODRIGUES

andreiamarize@fcav.unesp.br

FAAV-UNESP

MARCELO GIROTTI REBELATO

mgiroto@fcav.unesp.br

FCAV-UNESP

RESUMO: O objetivo deste estudo é identificar as lacunas científicas no campo da pesquisa em ACV na pecuária de leite, apresentando as oportunidades e desafios de pesquisa. Para tal, adotou-se o método de pesquisa bibliográfica e a revisão da literatura. A base de dados Scopus foi utilizada para coleta de dados. Os dados foram coletados no mês de março de 2022. Foram utilizadas as seguintes palavras-chaves na busca "Life cycle assessment", "LCA", "Milk", "Livestock" e "dairy". A pesquisa limitou-se apenas a Artigos e Reviews em inglês em um recorte temporal de 2016 a 2021. Para a análise de conteúdo foram utilizados os 30 artigos mais citados na base. Em seguida foram identificadas oportunidades de pesquisa e desafios referentes a ACV na pecuária de leite. Foram identificados 3 "clusters" de oportunidades de pesquisa: "Propor e validar novas estruturas no método ACV", "Criar estratégias para desenvolvimento da agropecuária", "Analisar e avaliar os impactos da agropecuária em diversos cenários". Quanto aos desafios a serem superados, foram identificados 3 "cluster": "Aumentar a produção e a sustentabilidade agropecuária", "Limitações do método ACV", "Desenvolver novas tecnologias e produtos sustentáveis". A principal contribuição acadêmica desse estudo foi a sistematização das oportunidades e desafios para o desenvolvimento da ACV na pecuária de leite. Futuros estudos são recomendados para avaliar os impactos da agropecuária em países em desenvolvimento e aprimorar o método ACV.

PALAVRAS CHAVE: ACV; pecuária de leite; sustentabilidade

ABSTRACT: The objective of this study is to identify scientific gaps in the field of LCA research in dairy farming. To this end, the literature search method and literature review was adopted. The Scopus database was used for data collection. Data were collected in the month of March 2022. The following keywords were used in the search "Life cycle assessment", "LCA", "Milk", "Livestock" and "dairy". The search was limited only to Articles and Reviews in English in a time frame from 2016 to 2021. The 30 most cited articles in the database were used for content analysis. Next, research opportunities and challenges regarding LCA in dairy farming were identified. Three clusters of research opportunities were identified: "Propose and validate new structures in the LCA method", "Create strategies for the development of agriculture and cattle ranching", "Analyze and evaluate the impacts of agriculture and cattle ranching in different scenarios". As for the challenges to be overcome, three "clusters" were identified: "Increase production and sustainability of agriculture and cattle ranching", "Limitations of the LCA method", "Develop new technologies and sustainable products". The main academic contribution of this study was the systematization of the opportunities and challenges for the development of LCA in dairy farming. Future studies are recommended to assess the impacts of animal agriculture in developing countries and to improve the LCA method.

KEY WORDS: LCA; dairy livestock; sustainability



ANAIS

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional tem causado impactos no modo de vida dos seres humanos, modificando o padrão alimentar dado o aumento do consumo de carne e leite (BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017). Desta maneira, estima-se que a demanda por produtos de origem animal apresente um crescimento de cerca de 70% até o ano de 2050 (MCCLELLAND et al., 2018).

Mais especificamente sobre a produção de leite, na última década este aumento da demanda levou à uma ascensão de 11% no tamanho do rebanho mundial de gado leiteiro e a um consequente aumento de 17% na produção de leite (MAZZETTO et al., 2020). Porém, este crescimento tem afetado diretamente o meio ambiente uma vez que a pecuária se constitui na principal atividade responsável pelas emissões de gases do efeito estufa (GEE), pela mudança do uso da terra e pela poluição dos mananciais (MCCLELLAND et al., 2018; PARAMESH et al., 2019; WANG et al., 2019). Apesar disso, a pecuária leiteira desempenha importante papel social e econômico, principalmente em países em desenvolvimento. E, ainda, sob certos manejos, contribui para a mitigação das mudanças climáticas por meio do sequestro de carbono e diminuição da perda de biodiversidade (KNUDSEN et al., 2019; MCCLELLAND et al., 2018; RIVERA-HUERTA et al., 2019). Desta maneira, a busca pela produção de alimentos a partir de sistemas produtivos mais adequados ambientalmente tem alcançado uma posição de destaque nos meios acadêmicos e empresariais (BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017).

Dentre as ferramentas utilizadas para o levantamento e a avaliação da sustentabilidade de sistemas produtivos encontra-se o método denominado Avaliação de Ciclo Vida (ACV). Trata-se de um dos métodos para avaliação dos impactos ambientais na produção de alimentos mais reconhecidos internacionalmente. No caso específico na produção de leite é possível também notar seu uso de forma disseminada sendo que diversos estudos para avaliar os impactos da ambientais da produção leite utilizando a ACV foram conduzidos na Europa e nos Estados Unidos nos últimos anos (WANG et al., 2019). Apesar de ser amplamente aceita pela comunidade científica e ter sido utilizada em diversos estudos, vários autores destacam que a ACV aplicada ao leite possui muitos aspectos que ainda precisam ser desenvolvidos (BALDINI et al., 2018; CHEN; HOLDEN, 2017; GRANT; HICKS, 2018; KNUDSEN et al., 2019; ROSS et al., 2017). Nesse contexto, surge a seguinte questão: como contribuir para a aplicação da ACV na pecuária de leite? Com o intuito de solucionar essa problemática, essa investigação tem por objetivo identificar as lacunas científicas no campo da pesquisa em ACV na pecuária de leite, apresentando as oportunidades e desafios de pesquisa.

Para atingir este objetivo, este trabalho encontra-se subdividido em cinco seções a contar com esta introdução. Na seção 2 é feita uma breve conceituação sobre os temas que permeiam este trabalho, quais sejam: ACV e pecuária de leite. A seção 3, por sua vez, descreve o método empregado na pesquisa realizada. Na seção 4 são apresentados e discutidos os resultados alcançados e a seção 5 traz as considerações finais do estudo.

ANAIS

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 Avaliação do Ciclo de Vida

A ACV é uma ferramenta utilizada para quantificar os impactos ambientais de bens ou processos ao longo do seu ciclo de vida, permitindo a identificação de compensações e aprimoramentos das extensões do processo de produção durante toda cadeia produtiva (BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017; COSTA et al., 2018). A ACV é normatizada pela ISO14040 e ISO14044 e é constituída por quatro etapas: primeira etapa definição de objetivos e escopo, segunda etapa análise de inventário, terceira etapa avaliação de impacto e quarta etapa interpretação (BALDINI et al., 2018; BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017; MCCLELLAND et al., 2018). A definição do objetivo e escopo consiste em estabelecer as razões para realização do estudo, a aplicação pretendida, o público visado e a definição dos limites do sistema e unidade funcional (UF). Na análise de inventário é feito o levantamento de todas as entradas e saídas durante o ciclo de vida do produto em relação à UF. Durante a avaliação de impacto estima-se a magnitude e o significado dos impactos no sistema. Por último realiza-se a interpretação dos resultados de acordo com o objetivo e o escopo para assim estabelecer conclusões e recomendações (SANTOS et al., 2017). A Figura 1 apresenta a estrutura da ACV.

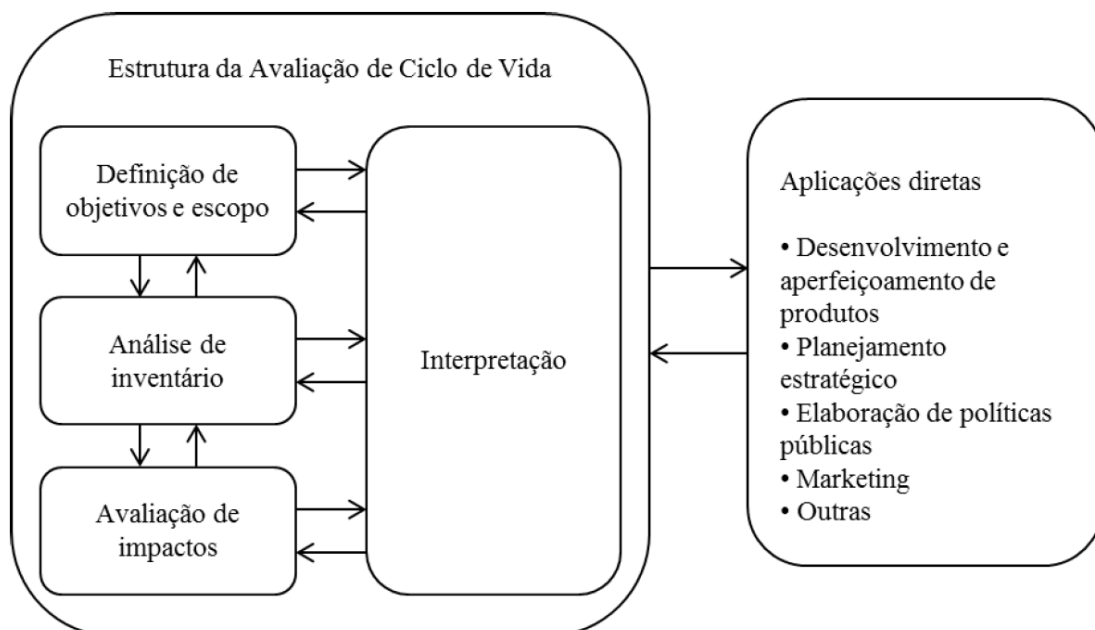


Figura 1. Estrutura da ACV.
Fonte: ABNT, 2009.

A ACV tem se destacado como uma ferramenta que auxilia empresas na redução dos impactos ambientais de seus processos e produtos e governos a estabelecer políticas para sustentabilidade (COSTA et al., 2018; FAMIGLIETTI et al., 2019). Ao quantificar os



ANAIS

impactos ambientais é possível determinar os pontos críticos na cadeia de produção e também comparar sistemas de produção com mais eficiência do ponto de vista da sustentabilidade (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2016; MCCLELLAND et al., 2018). Na última década a aplicação da ACV de produtos alimentícios aumentaram, ainda que seu uso seja desafiador devido à complexidade envolvida na produção de alimentos (STYLIANOU et al., 2016).

O maior responsável pelos impactos ambientais dentro da cadeia de alimentos é o setor agropecuário (YAN; HOLDEN, 2018). A pecuária é responsável por 15% das emissões mundiais de GEE, sendo a produção de leite a segunda maior fonte de emissões (WANG et al., 2016). Os estudos de aplicação da ACV na produção de leite vêm aumentando, porém, seus resultados apresentam variações. Essas variações podem ser explicadas pela diversidade de métodos e fonte de dados utilizados para análise. Além disso, a produção de leite é uma atividade complexa e influenciada por diversos fatores como: sistema de produção, clima, bioma e localização geográfica (BALDINI et al., 2018; GRANT; HICKS, 2018; WANG et al., 2016). Em países europeus e nos Estados Unidos foram conduzidos diversos estudos de ACV na produção de leite, analisando e comparando os diversos sistemas de produção, intensivo, extensivo, orgânico, convencional. Já em países asiáticos e da América Latina, ainda há poucos estudos a respeito dos impactos da produção de leite utilizando o método ACV (MAZZETTO et al., 2020; WANG et al., 2019). A pecuária possui potencial de mitigação das mudanças climáticas, sob certos manejos. Pesquisas baseadas em ACV na produção de leite podem auxiliar a uma produção mais sustentável, pois permitem identificar quais práticas contribuem para mitigação dos impactos ambientais (FAMIGLIETTI et al., 2019; GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2016; MCCLELLAND et al., 2018).

2.2 A pecuária de leite

Em 2021 a produção mundial de leite está estimada em 921,1 milhões de toneladas e para o comércio mundial do produto são previstas 87,9 milhões de toneladas. No caso específico do Brasil, em 2020 o setor de pecuária de leite do país movimentou 50,86 bilhões de reais, sendo o quarto setor que mais contribui para o PIB do agronegócio (CNA, 2021). A cadeia do leite é responsável por gerar mais de 750 milhões de postos de trabalho ao redor do mundo. É a cadeia alimentícia que mais gera empregos, principalmente nos países em desenvolvimento e está diretamente ligada com a segurança alimentar nestes países (FAO, 2021).

Dentro da dieta humana o leite é uma importante fonte de energia, proteína e gordura, sendo nas Américas fonte de 8% da energia, 15-16% da proteína e 12-13% da gordura. Sua proteína é considerada de alta qualidade, pois possui todos os aminoácidos essenciais para alimentação humana. Além disso o leite é também fonte de vitaminas e minerais como cálcio, magnésio, selênio, riboflavina e vitamina B12 e sua composição permite boa biodisponibilidade de todos seus macro e micronutrientes (FAO, 2013).

Além da relevância econômica e social, há ainda a representatividade do setor com relação aos impactos ambientais associados à produção do produto, sendo o setor da pecuária de leite responsável por 4% de toda a emissão de GEE no mundo (KIEFER; MENZEL; BAHRS, 2014), além de contribuir com a poluição dos mananciais, eutrofização dos ambientes marinhos e degradação e erosão do solo (ACOSTA-ALBA et al., 2012).



ANAIS

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho é classificado como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória e abordagem qualitativa. A pesquisa exploratória tem como objetivo ganhar maior familiaridade com um determinado assunto (KOTHARI; GARG, 2019). Para os procedimentos técnicos adotou-se o método de pesquisa bibliográfica e a revisão da literatura. Para coleta de dados foi utilizada a base de dados SCOPUS (www.scopus.com) pela sua confiabilidade e por se tratar uma das maiores bases de dados da literatura científica revisada por pares (ZHU; LIU, 2020). Para a pesquisa foram utilizadas na busca as palavras-chaves "Life cycle assessment", "LCA", "Milk", "Livestock" e "dairy". A pesquisa limitou-se a artigos e reviews em língua inglesa em um recorte temporal de 2016 a 2021, sobretudo pelo fato de se tratar de um tema cujos estudos se intensificaram mais nos últimos anos. Destaca-se que os dados foram coletados no mês de fevereiro de 2022.

Como resultado inicial houve a identificação de 69 estudos indexados. No entanto, para a análise de conteúdo foram utilizados os 30 artigos mais citados na base, os quais são responsáveis por 89% das citações.

Em seguida, os dados foram tratados por meio do software Microsoft Excel o que permitiu a identificação dos seguintes aspectos: a) oportunidades de pesquisa no tema ACV na pecuária de leite; e b) desafios referentes a ACV na pecuária de leite.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta sessão são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da análise de conteúdo dos 30 artigos selecionados. Uma visão mais abrangente deste estudo encontra-se no Apêndice A, que apresenta em forma de tabela os 30 artigos avaliados conforme: i) título; ii) seus respectivos autores e ano de publicação; iii) fonte de publicação; iv) oportunidade de pesquisa; v) desafio de pesquisa encontrado; e vi) número de citações identificado. Ressalta-se que os artigos foram apresentados conforme ordem decrescente de citações).

Já as oportunidades e desafios de pesquisa foram organizados em "clusters", levando em consideração seus temas, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Oportunidades de pesquisa no tema ACV na pecuária de leite

Oportunidades de pesquisa	Autores
Propor e validar novas estruturas para o método ACV	BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017, CHEN; HOLDEN, 2017, KNUDSEN et al., 2019, CHEN et al., 2017, STYLIANOU et al., 2016, FAMIGLIETTI et al., 2019, ELGINOZ et al., 2020
Criar estratégias para desenvolvimento da agropecuária	COSTA et al., 2018, RAFIEE et al., 2016, WANG et al., 2018, BALDINI et al., 2018, YAN; HOLDEN, 2018, CHOBTANG et al., 2017
Analisar e avaliar os impactos da agropecuária em diversos cenários	PAOLOTTI et al., 2016, RAMÍREZ-ARPIDE et al., 2018, SANTOS et al., 2017, MCCLELLAND et al., 2018, WANG et al., 2016, VALSASINA et al., 2017,



ANAIS

GRANT; HICKS, 2018, GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2016, MCAULIFFE; TAKAHASHI; LEE, 2018, PARAJULI; DALGAARD; BIRKVED, 2018, ROSS et al., 2017, GUEST et al., 2017, SABIA et al., 2018, ADGHIM et al., 2020, WANG et al., 2019, PARAMESH et al., 2019, MAZZETTO et al., 2020

Fonte: Próprio autor.

No “cluster” “Propor e validar novas estruturas para o método ACV” foram identificadas sete oportunidades de pesquisa. Elas estão relacionadas com a criação e validação de novas unidades funcionais e métodos de alocação que abranjam aspectos com influência na cadeia do leite desconsiderados pelas UFs e métodos de alocação existentes. A produção de leite possui diversos co-produtos, como carne, biogás e esterco, que devem ser levados em consideração ao estimar seu impacto (BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017; FAMIGLIETTI et al., 2019; KNUDSEN et al., 2019). Em países em desenvolvimento não só a produção do animal deve ser levada em conta, mas também sua utilidade em trabalho e os bens de capital fornecidos pelos animais (BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017). Além disso, é desejável o desenvolvimento de novas ferramentas que permitam a análise de uma grande quantidade de categorias de impacto na ACV (FAMIGLIETTI et al., 2019; KNUDSEN et al., 2019).

Em “Criar estratégias para desenvolvimento da agropecuária” foram identificadas 6 oportunidades de pesquisa. São sugeridas pesquisas por tecnologias que reduzam o impacto ambiental e aprimorem a produção da pecuária de leite. Novas estratégias de manejo relacionadas à alimentação do rebanho e aos animais improdutivos são importantes para a redução dos impactos ambientais na pecuária de leite (BALDINI et al., 2018; RAFIEE et al., 2016; WANG et al., 2019). A produção de alimentos para animais e o manejo de animais improdutivos do rebanho são dois fatores que contribuem significativamente para os impactos da pecuária de leite (BALDINI et al., 2018; GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2016; RAFIEE et al., 2016). Ainda, e acordo com Chobtang et al. 2017, a criação de um banco de dados global com informações a respeito de tecnologias em desenvolvimento pode contribuir para a identificação de sistemas de produção com menor impacto ambiental.

“Analisar e avaliar os impactos da agropecuária em diversos cenários” representa a maioria das oportunidades de pesquisa, possuindo 17 oportunidades. Isso pode ser explicado devido à complexidade da produção agropecuária e a diversidade de métodos, abordagens e fonte de dados disponíveis para ACV (BALDINI et al., 2018; WANG et al., 2016). Neste “cluster” são sugeridas como oportunidades de pesquisa a avaliação de impactos ambientais utilizando diversos fatores de impacto, analisar sistemas de produção que utilizem integração de culturas, manejo de dejetos, ou ainda, realizar ACV comparativa entre produtos ou sistemas de produção. A utilização de diversos fatores de impacto é importante para estabelecer uma visão holística dos impactos ambientais nos diferentes sistemas de produção da agropecuária. Assim permitindo identificar quais são mais impactantes em determinados cenários (KNUDSEN et al., 2019; MCAULIFFE; TAKAHASHI; LEE, 2018; MCCLELLAND et al., 2018).



ANAIS

Tabela 2. Desafios no tema ACV na pecuária de leite

Desafios	Autores
Aumentar a produção e a sustentabilidade agropecuária	PAOLOTTI et al., 2016, SANTOS et al., 2017 COSTA et al., 2018, RAFIEE et al., 2016, WANG et al., 2016, WANG et al., 2018, GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2016, FAMIGLIETTI et al., 2019, YAN; HOLDEN, 2018, GUEST et al., 2017, CHOBTANG et al., 2017, SABIA et al., 2018
Desenvolver novas tecnologias e produtos sustentáveis	RAMÍREZ-ARPIDE et al., 2018, VALSASINA et al., 2017, PARAJULI; DALGAARD; BIRKVED, 2018, ADGHIM et al., 2020, WANG et al., 2019
Limitações do método ACV	CHEN; HOLDEN, 2017, GRANT; HICKS, 2018, BALDINI et al., 2018, KNUDSEN et al., 2019, ROSS et al., 2017, CHEN et al., 2017, B BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017, STYLIANOU et al., 2016, MCCLELLAND et al., 2018, MAZZETTO et al., 2020, PARAMESH et al., 2019, ELGINOZ et al., 2020

Fonte: Próprio autor.

Aumentar a produção de leite e tornar a atividade mais sustentável é um desafio a ser superado. É esperado que a demanda mundial por produtos lácteos aumente nos próximos anos (CHOBTANG et al., 2017). Além de sua importância na dieta humana, a cadeia do leite possui um papel importante na economia de muitos países (WANG et al., 2018). Porém, é responsável por diversos impactos negativos no meio ambiente, como: emissões de GEE, poluição de mananciais e mudança do uso da terra (PARAMESH et al., 2019). Nos últimos anos, diversos estudos utilizando ACV foram desenvolvidos com o intuito de identificar estratégias para mitigação dos impactos ambientais da produção de leite (CHOBTANG et al., 2017; COSTA et al., 2018; GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2016; GUEST et al., 2017; PARAMESH et al., 2019; ROSS et al., 2017; SABIA et al., 2018; SANTOS et al., 2017). Ainda, trabalhos como os de Ramírez-Arpide et al. 2018 e Parajuli et al. 2018 buscaram desenvolver fontes combustíveis alternativas aos combustíveis fósseis dentro da agropecuária.

Apesar de ser amplamente aceito pela comunidade científica o método ACV possui limitações (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2016). Chen e Holden 2017 relatam dificuldades em relacionar indicadores de impacto social a UF na produção de leite. A falta de normalização da ACV em estudos na pecuária de leite gera dificuldade ao comparar os resultados destes trabalhos. Existe grande divergência a respeito da escolha da UF, método de alocação e a quantidade de categorias a serem analisadas. Esses fatores influenciam os resultados da ACV, podendo causar interpretações erradas do impacto da pecuária de leite no ambiente (BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017; MCCLELLAND et al., 2018).

ANAIS

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de identificar as lacunas científicas no campo da pesquisa de ACV na pecuária de leite foram identificados três “clusters” de oportunidades de pesquisa: “Propor e validar novas estruturas no método ACV”, “Criar estratégias para desenvolvimento da agropecuária”, “Analisar e avaliar os impactos da agropecuária em diversos cenários”. Quanto aos desafios a serem superados, foram identificados outros três “clusters”: “Aumentar a produção e a sustentabilidade agropecuária”, “Limitações do método ACV”, “Desenvolver novas tecnologias e produtos sustentáveis”.

Acredita-se que a principal contribuição acadêmica desse estudo esteja na sistematização das oportunidades e desafios para o desenvolvimento da ACV na pecuária de leite, tendo em conta que este é o método de avaliação dos impactos ambientais mais aceitos pela comunidade científica atualmente (WANG et al., 2019). Com relação à sua contribuição prática, esta repousa na elucidação de como o uso da ACV pode orientar, tanto autoridades governamentais como gestores, a estabelecer políticas públicas voltadas à sustentabilidade da pecuária de leite pautadas no estabelecimento de práticas de manejo e gestão que auxiliem na mitigação dos impactos ambientais dos sistemas produtivos.

Futuros estudos são recomendados para avaliar as implicações ambientais da pecuária de leite em países em desenvolvimento, já que a pesquisa realizada apontou para uma carência de trabalhos que tratem de dados relativos desta produção nesses países. Além disso, são bem-vindos estudos que visem ao aprimoramento do método ACV para a comparação entre diferentes sistemas de produção do leite. Por fim, são recomendadas pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias e práticas sustentáveis na produção do leite.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. **NBR ISO 14040 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009.
- ACOSTA-ALBA, I. et al. Exploring sustainable farming scenarios at a regional scale: an application to dairy farms in Brittany. **Journal of Cleaner Production**, v. 28, p. 160–167, jun. 2012.
- ADGHIM, M. et al. Comparative life cycle assessment of anaerobic co-digestion for dairy waste management in large-scale farms. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120320, maio 2020.
- BALDINI, C. et al. Milk production Life Cycle Assessment: A comparison between estimated and measured emission inventory for manure handling. **Science of The Total Environment**, v. 625, p. 209–219, jun. 2018.
- BALDINI, C.; GARDONI, D.; GUARINO, M. A critical review of the recent evolution of Life Cycle Assessment applied to milk production. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 421–435, jan. 2017.
- CHEN, W.; HOLDEN, N. M. Social life cycle assessment of average Irish dairy farm. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 9, p. 1459–1472, 24 set. 2017.
- CHEN, X. et al. A new method of biophysical allocation in LCA of livestock co-products: modeling metabolic energy requirements of body-tissue growth. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 6, p. 883–895, 19 jun. 2017.
- CHOBTANG, J. et al. Environmental trade-offs associated with intensification methods in a pasture-based dairy system using prospective attributional Life Cycle Assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 1302–1312, fev. 2017.
- CNA. **Panorama do Agro**. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>>.
- COSTA, M. P. et al. A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 1460–1471, jan.



ANAIS

2018.

ELGINOZ, N. et al. Ex-ante life cycle assessment of volatile fatty acid production from dairy wastewater.

Journal of Cleaner Production, v. 269, p. 122267, out. 2020.

FAMIGLIETTI, J. et al. Development and testing of the Product Environmental Footprint Milk Tool: A comprehensive LCA tool for dairy products. **Science of The Total Environment**, v. 648, p. 1614–1626, jan. 2019.

FAO. **Milk and dairy products in human nutrition.**

FAO. **Gateway to dairy production and products: The dairy chain.** Disponível em:

<<http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/the-dairy-chain/en/>>.

GONZÁLEZ-GARCÍA, S. et al. Environmental performance of sorghum, barley and oat silage production for livestock feed using life cycle assessment. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 111, p. 28–41, ago. 2016.

GRANT, C. A.; HICKS, A. L. Comparative Life Cycle Assessment of Milk and Plant-Based Alternatives.

Environmental Engineering Science, v. 35, n. 11, p. 1235–1247, nov. 2018.

GUEST, G. et al. A comparative life cycle assessment highlighting the trade-offs of a liquid manure separator-composter in a Canadian dairy farm system. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 824–835, fev. 2017.

KIEFER, L.; MENZEL, F.; BAHRS, E. The effect of feed demand on greenhouse gas emissions and farm profitability for organic and conventional dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 12, p. 7564–7574, 2014.

KNUDSEN, M. T. et al. The importance of including soil carbon changes, ecotoxicity and biodiversity impacts in environmental life cycle assessments of organic and conventional milk in Western Europe. **Journal of Cleaner Production**, v. 215, n. 2019, p. 433–443, abr. 2019.

KOTHARI, C. R.; GARG, G. **Research methodology methods and techniques.** 4º ed. Nova Deli: New Age International, 2019.

MAZZETTO, A. M. et al. Comparing the environmental efficiency of milk and beef production through life cycle assessment of interconnected cattle systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, p. 124108, dez. 2020.

MCAULIFFE, G. A.; TAKAHASHI, T.; LEE, M. R. F. Framework for life cycle assessment of livestock production systems to account for the nutritional quality of final products. **Food and Energy Security**, v. 7, n. 3, p. e00143, ago. 2018.

MCCLELLAND, S. C. et al. Type and number of environmental impact categories used in livestock life cycle assessment: A systematic review. **Livestock Science**, v. 209, n. August 2017, p. 39–45, mar. 2018.

PAOLOTTI, L. et al. Combining livestock and tree crops to improve sustainability in agriculture: a case study using the Life Cycle Assessment (LCA) approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, p. 351–363, set. 2016.

PARAJULI, R.; DALGAARD, T.; BIRKVED, M. Can farmers mitigate environmental impacts through combined production of food, fuel and feed? A consequential life cycle assessment of integrated mixed crop-livestock system with a green biorefinery. **Science of The Total Environment**, v. 619–620, p. 127–143, abr. 2018.

PARAMESH, V. et al. Sustainability, energy budgeting, and life cycle assessment of crop-dairy-fish-poultry mixed farming system for coastal lowlands under humid tropic condition of India. **Energy**, v. 188, p. 116101, dez. 2019.

RAFIEE, S. et al. Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a life cycle assessment approach: An Iranian case study. **Science of The Total Environment**, v. 562, p. 614–627, ago. 2016.

RAMÍREZ-ARPIDE, F. R. et al. Life cycle assessment of biogas production through anaerobic co-digestion of nopal cladodes and dairy cow manure. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 2313–2322, jan. 2018.

RIVERA-HUERTA, A. et al. Social Sustainability Assessment in Livestock Production: A Social Life Cycle Assessment Approach. **Sustainability**, v. 11, n. 16, p. 4419, 15 ago. 2019.

ROSS, S. A. et al. Relative emissions intensity of dairy production systems: employing different functional units in life-cycle assessment. **Animal**, v. 11, n. 8, p. 1381–1388, 2017.

SABIA, E. et al. Dairy buffalo life cycle assessment as affected by heifer rearing system. **Journal of Cleaner Production**, v. 192, p. 647–655, ago. 2018.



ANAIS

- SANTOS, H. C. M. et al. Life cycle assessment of cheese production process in a small-sized dairy industry in Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 4, p. 3470–3482, 21 fev. 2017.
- STYLIANOU, K. S. et al. A life cycle assessment framework combining nutritional and environmental health impacts of diet: a case study on milk. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 21, n. 5, p. 734–746, 23 maio 2016.
- VALSASINA, L. et al. Life cycle assessment of emerging technologies: The case of milk ultra-high pressure homogenisation. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2209–2217, jan. 2017.
- WANG, L. et al. Life cycle assessment of 36 dairy farms with by-product feeding in Southwestern China. **Science of The Total Environment**, v. 696, p. 133985, dez. 2019.
- WANG, X. et al. Greenhouse gas emissions and land use from confinement dairy farms in the Guanzhong plain of China – using a life cycle assessment approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 577–586, fev. 2016.
- WANG, X. et al. Environmental impacts and resource use of milk production on the North China Plain, based on life cycle assessment. **Science of The Total Environment**, v. 625, p. 486–495, jun. 2018.
- YAN, M.; HOLDEN, N. M. Life cycle assessment of multi-product dairy processing using Irish butter and milk powders as an example. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, p. 215–230, out. 2018.
- ZHU, J.; LIU, W. A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. **Scientometrics**, v. 123, n. 1, p. 321–335, abr. 2020.



ANAIS

Apêndice A – artigos mais citados

#	Título	Autores (ano)	Fonte	Oportunidades
1	A critical review of the recent evolution of Life Cycle Assessment applied to milk production	BALDINI; GARDONI; GUARINO, 2017	Journal of Cleaner Production	Criar unidades funcionais alternativas e métodos de alocação para valores não monetários
2	Combining livestock and tree crops to improve sustainability in agriculture: A case study using the Life Cycle Assessment (LCA) approach	PAOLOTTI et al., 2016	Journal of Cleaner Production	Analisar o impacto ambiental da interação de outras espécies de gado e culturas arbóreas
3	A life cycle assessment framework combining nutritional and environmental health impacts of diet: a case study on milk	STYLIANOU et al., 2016	International Journal of Life Cycle Assessment	Validar o framework de avaliação dos impactos ambientais e nutricionais com outros alimentos saudáveis a alimentação humana
4	Social life cycle assessment of average Irish dairy farm	CHEN; HOLDEN, 2017	International Journal of Life Cycle Assessment	Criar metodologias que integrem os indicadores de impacto social à UF no setor agrícola
5	Life cycle assessment of biogas production through anaerobic co-digestion of nopal cladodes and dairy cow manure	RAMÍREZ-ARPIDE et al., 2018	Journal of Cleaner Production	Avaliar os impactos ambientais da cultura de cladódio nopal utilizando diferentes fertilizantes
6	Life cycle assessment of cheese production process in a small-sized dairy industry in Brazil	SANTOS et al., 2017	Environmental Science and Pollution Research	Avaliar os impactos ambientais da produção de queijo em diferentes regiões do Brasil
7	Type and number of environmental impact categories used in livestock life cycle assessment: A systematic review	MCCLELLAND et al., 2018	Livestock Science	Avaliar os impactos ambientais da pecuária por meio de ACV utilizando diversos fatores de impacto
8	A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in	COSTA et al.,	Journal of Cleaner	Desenvolver um modelo para implementação dos sistemas



ANAIS

	the Brazilian Cerrado based on LCA	2018	Production	de integração em propriedades agrícolas
9	Environmental impacts and resource use of milk production on the North China Plain, based on life cycle assessment	WANG et al., 2018	Science of the Total Environment	Propor estratégias alimentares que visem a diminuição impactos ambientais na pecuaria de leite e avaliá-las p meio de ACV
10	Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a life cycle assessment approach: An Iranian case study	RAFIEE et al., 2016	Science of the Total Environment	Avaliar o uso de culturas alternativas, que se adaptem semi-árido, para alimentação do gado
11	Life cycle assessment of emerging technologies: The case of milk ultra-high pressure homogenisation	VALSASINA et al., 2017	Journal of Cleaner Production	Avaliar os impactos econômicos e ambientais da utilização do ultra-high pressure homogenisation no tratamento de leite
12	The importance of including soil carbon changes, ecotoxicity and biodiversity impacts in environmental life cycle assessments of organic and conventional milk in Western Europe	KNUDSEN et al., 2019	Journal of Cleaner Production	Propor um modelo para estimar o carbono do solo
13	Greenhouse gas emissions and land use from confinement dairy farms in the Guanzhong plain of China - Using a life cycle assessment approach	WANG et al., 2016	Journal of Cleaner Production	Utilizar o ACV para avaliar os impactos ambientais e propriedades que fazem o uso do esterco nas lavouras milho e trigo
14	Comparative life cycle assessment of milk and plant-based alternatives	GRANT; HICKS, 2018	Environmental Engineering Science	Avaliar por meio de ACV os impactos ambientais da produção de leite, leite de amêndoas e leite de soja
15	Milk production Life Cycle Assessment: A comparison between estimated and measured emission inventory for manure handling	BALDINI et al., 2018	Science of the Total Environment	Propor estratégias de manejo para os animais que estão improdutivos no rebanho leiteiro visando diminuir o impacto ambiental
16	Can farmers mitigate environmental impacts through combined production of food, fuel and feed? A consequential life cycle assessment of integrated mixed crop-livestock system with a green biorefinery	PARAJULI; DALGAARD; BIRKVED, 2018	Science of the Total Environment	Avaliar os aspectos econômicos e sociais dos sistemas de integração lavoura-pecuária com produção de biocombustíveis
17	Framework for life cycle assessment of livestock production systems to account for the nutritional	MCAULIFFE; TAKAHASHI;	Food and Energy	Avaliar os impactos ambientais da produção de produtos de origem animal utilizando unidades funcionais referenciadas



ANAIS

	quality of final products	LEE, 2018	Security	a qualidade nutricional
18	Development and testing of the Product Environmental Footprint Milk Tool: A comprehensive LCA tool for dairy products	FAMIGLIETTI et al., 2019	Science of the Total Environment	Validar a ferramenta PMT_01 aplicando-a em um número maior de propriedades leiteiras
19	Environmental performance of sorghum, barley and oat silage production for livestock feed using life cycle assessment	GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2016	Resources, Conservation and Recycling	Avaliar os impactos ambientais de culturas de verão e inverno para alimentação animal utilizando ACV
20	Life cycle assessment of multi-product dairy processing using Irish butter and milk powders as an example	YAN; HOLDEN, 2018	Journal of Cleaner Production	Analisar o uso de energia reativa e a capacidade de tratamento de águas residuais nos processos do setor lácteo
21	A new method of biophysical allocation in LCA of livestock co-products: modeling metabolic energy requirements of body-tissue growth	CHEN et al., 2017	International Journal of Life Cycle Assessment	Validar o método de alocação biofísica aplicando-o e ACV de outros produtos de origem animal
22	Comparing the environmental efficiency of milk and beef production through life cycle assessment of interconnected cattle systems	MAZZETTO et al., 2020	Journal of Cleaner Production	Avaliar os impactos ambientais de diversos tipos de propriedades que integrem atividades agropecuárias com produção de leite e carne
23	Relative emissions intensity of dairy production systems: Employing different functional units in life-cycle assessment	ROSS et al., 2017	Animal	Analisar os impactos ambientais dos sistemas de produção de leite convencional e orgânico utilizando ACV
24	Comparative life cycle assessment of anaerobic co-digestion for dairy waste management in large-scale farms	ADGHIM et al., 2020	Journal of Cleaner Production	Avaliar os impactos ambientais por meio de uma ACV comparativo entre o manejo dos dejetos tradicional e o de digestão anaeróbica
25	Sustainability, energy budgeting, and life cycle assessment of crop-dairy-fish-poultry mixed farming system for coastal lowlands under humid tropic condition of India	PARAMESH et al., 2019	Energy	Avaliar os impactos ambientais de propriedades com integração de atividades agropecuárias
26	Ex-ante life cycle assessment of volatile fatty acid production from dairy wastewater	ELGINOZ et al., 2020	Journal of Cleaner Production	Utilizar uma quantidade específica de águas residuárias como UF para comparar os impactos com os de outras opções de tratamento de águas residuárias
27	Life cycle assessment of 36 dairy farms with by-	WANG et al.,	Science of the	Avaliar os impactos ambientais da produção de leite



ANAIS

	product feeding in Southwestern China	2019	Total Environment	incluindo entre as categorias de impacto o uso da terra e a depleção dos recursos abióticos
28	A comparative life cycle assessment highlighting the trade-offs of a liquid manure separator-composter in a Canadian dairy farm system	GUEST et al., 2017	Journal of Cleaner Production	Avaliar os impactos ambientais dos métodos de manejo de dejetos na pecuária
29	Environmental trade-offs associated with intensification methods in a pasture-based dairy system using prospective attributional Life Cycle Assessment	CHOBTANG et al., 2017	Journal of Cleaner Production	Criar modelos e bancos de dados globais para coleta e armazenamento de dados referentes a prospecção de tecnologias futuras na cadeia do leite
30	Dairy buffalo life cycle assessment as affected by heifer rearing system	SABIA et al., 2018	Journal of Cleaner Production	Avaliar os impactos ambientais dos sistemas, a pasto ou confinamento, de criação de novilhas em propriedades produtoras de leite de búfala incluindo categorias de impacto referentes ao uso da terra na ACV