

Relações da Avaliação do Ciclo de Vida e Economia Circular na Cadeia Produtiva de Leite

Mariane Bigarelli Ferreira, Cristiane Karyn de Carvalho Araújo, Guilherme Mateus Kremer, Fabio Neves Puglieri e Cassiano Moro Piekarski

Resumo: A pecuária é uma das atividades que mais contribuem para os impactos ambientais, nos quais os sistemas de criação de animais, como gado para corte e produção do leite, são os principais responsáveis por esse impacto ambiental, se fazendo necessário criar novos modelos de negócios para alcançar um desenvolvimento sustentável neste setor. Neste contexto, o objetivo deste estudo é apresentar oportunidades para a relação do uso da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e da Economia Circular (EC) na cadeia produtiva do leite, buscando encontrar novos padrões de produção e consumo, que visam um modelo de negócios inovador para o desenvolvimento sustentável do setor. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma revisão da literatura baseada na aplicação do *Methodi Ordinatio*, com busca de artigos nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Science Direct*, resultando em 41 artigos estudados. Nesses estudos, foram identificados os principais pontos do uso da ACV e da EC para relacionar as temáticas. As principais abordagens encontradas envolvem a circularidade nos fluxos de matérias do processo mediante o uso do biodigestor, reaproveitamento de águas residuais e uso de energia elétrica provenientes de fontes renováveis. Contudo, essas ações permitem encontrar oportunidades para o desenvolvimento sustentável na cadeia produtiva de leite.

Palavras chave: Avaliação do ciclo de vida. Economia Circular. Cadeia produtiva do Leite. Biodigestor.

Relationships of Life Cycle Assessment and Circular Economy in Milk Production Chain

Abstract: The livestock is one of the activities which most contribute to environmental impacts, in which livestock systems, such as beef cattle and milk production, are the main responsible to this environmental impact. It is necessary to build new business models to achieve sustainable development in this sector. In this context, the aim of this study is show opportunity to relate the use of Life Cycle Assessment (LCA) with Circular Economy (CE) in the milk production chain in order to find new production and consumption patterns which aim an innovative business model to achieve the sustainable development in the sector. In order to achieve this aim, it was done a review applying the *Methodi Ordinatio* searching articles in the Web of Science, Scopus and Science Direct databases, resulting in 41 articles studied. In this studies it were identified the main points of the LCA and CE application to relate those thematic areas. Thereby, the major approaches found using LCA are related with material flow circularity through the use of biodigestor, reuse of wastewater and use of electricity from renewable sources. However, this actions enable find opportunities to the sustainable development in the milk production chain.

Key-words: Life Cycle Assessment. Circular Economy. Milk Production Chain. Biodigestor.

1. Introdução

No ponto de vista econômico a pecuária é um dos setores que mais cresce na agricultura (FAO, 2019), demandando cada vez mais de recursos como o uso da terra, água e energia (Vries e Boer, 2010), sendo considerada um dos principais contribuintes para as emissões poluetes (Cecchini et al., 2018). Somente o gado leiteiro emitiu em 2007 cerca de 1.969 milhões de toneladas de CO₂ equivalentes (Gerber et al., 2011). Correspondendo a 30% das emissões

geradas no setor pecuário (Opio et al, 2013), resultando em questionamentos para o desenvolvimento sustentável (Jan et al., 2019).

Fornecer alimentos à população mundial de forma sustentável se torna um grande desafio, necessitando de novas ferramentas para a gestão e o desenvolvimento sustentável do setor. Assim, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é vista como um dos principais meios para alcançar uma economia circular, pois ela reconhece os estágios do ciclo de vida de produtos ou processos (Sanchez e Haas, 2018), permitindo a adoção de tomadas de decisões mais estratégicas.

Segundo Lybæk e Kjær (2019), para alcançar a circularidade é necessário realizar balanços de massas e energia, sendo a ACV uma opção promissora para gerar a avaliação ambiental desses recursos. Haupt e Zschokke, (2017) corroboram afirmando assim é possível alcançar a Economia Circular (EC), alcançando possíveis melhorias econômicas e ambientais. Nessa relação, a ACV é abordada como uma técnica, enquanto a EC como uma filosofia que envolve a sociedade e a economia global (Haupt e Zschokke, 2017).

Werf, Kanyarushoki e Corson (2009) apontam que os impactos ambientais resultantes das fazendas leiteiras dependem, em grande parte, das práticas de gestão e produção utilizadas pelos agricultores (Werf, Kanyarushoki e Corson, 2009), que necessitam novos modelos de negócios (Li e Shen, 2019), inovadores para o desenvolvimento do setor (Milone e Ventura, 2019). Assim uma opção é o desenvolvimento de novos modelos de negócios envolvendo a circularidade, permitindo o desenvolvimento do setor de forma sustentável sem comprometer as gerações futuras.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é apresentar oportunidade para a relação do uso da ACV e da EC na cadeia produtiva do leite, buscando encontrar novos padrões de produção e consumo que visam um modelo de negócios inovador para alcançar o desenvolvimento sustentável do setor.

Este artigo está estruturado em quatro seções. A seção 1 descreve as temáticas de estudo e o objetivo da pesquisa na introdução. A seção 2, aponta os procedimentos metodológicos utilizados para o levantamento bibliográfico do estudo. A seção 3, descreve e discute os resultados da revisão bibliográfica, apontando as oportunidades para relacionar a ACV e a EC na cadeia produtiva do leite. Por fim, a seção 4 apresenta a conclusão desta pesquisa.

2. Metodologia

A metodologia desta pesquisa seguiu as nove fases da aplicação do *Methodi Ordinatio*, que utiliza uma equação, o *InOrdinatio*, para classificar trabalhos e selecionar de acordo com sua relevância científica: fator de impacto da revista em que o artigo foi publicado, o número de citações e o ano de publicação, na fase sete da aplicação do método (Pagani, Kovaleski e Resende, 2015).

Conforme a metodologia, a busca sobre as temáticas ocorreu nos bancos de dados da *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*, sem restrição temporal, utilizando as combinações de palavras chaves para as duas temáticas deste estudo, Economia Circular e Avaliação do Ciclo de Vida na Cadeia Produtiva do Leite.

A pesquisa de dados final resultou em um total bruto de 4420 artigos. Após, foi realizado dois procedimentos para filtragem e eliminação dos artigos, o primeiro buscou eliminar os trabalhos repetidos e o segundo os trabalhos cujo título, resumo e palavras-chave não

referentes as emissões de GEE (Casey e Holden, 2005), a gestão de resíduos (Eide, 2002) e as fases que resultam em maiores impactos ao meio ambiente. Estudos mais recentes apontam soluções que visam reduzir estes impactos, como o uso do biodigestor (Rotz, 2018).

Em suma, os estudos apontam os principais impactos associados ao processo produtivo do leite, como uso da terra, potencial de eutrofização e de acidificação, uso de energia, danos à saúde humana e o potencial de aquecimento global. Apresentando algumas medidas mitigadoras a esses potenciais impactos ambientais, como o aumento de produtividade do leite (Gerber et al., 2011, Flysjö et al. 2012, Lorenz et al. 2019, Jayasundara et al., 2019, Ledgard et al., 2019), gerenciamento de resíduos (Eide, 2012), melhorar o aproveitamento do uso da ração (Bell et al., 2011), melhor manejo e processamento dos dejetos através da Digestão Anaeróbica (DA) (Aguirre-villegas e Larson, 2017, Styles et al., 2014, Rotz, 2018) e indução da lactação prolongada (Lehmann, Mogensen e Kristensen, 2019).

Aguirre-villegas e Larson (2017) apontam que o estrume é a segunda maior fonte de emissões de gases de efeito estufa (GEE) nas fazendas de gado leiteiro, onde o gerenciamento e processamento dos dejetos é capaz de reduzir significativamente essas emissões. E uma saída é DA. Ainda, Lorenz et al. (2019) apontam que aumentar a produção de leite, obter um consumo mais eficiente do pasto e melhorar a alimentação dos animais, também ajudam na redução desses impactos.

3.2 Economia Circular na Cadeia de Leite

Atualmente, a indústria está em uma transição do processo linear para os meios circulares usando a EC, obtendo a melhor eficiência dos recursos dentro dos processos industriais (Ridaura et al., 2018). No setor agroalimentar há grandes gerações de materiais orgânicos que podem ser aproveitados para recuperação de energia e recursos (Capodaglio et al., 2016).

Assim, a EC é vista como um novo modelo de negócios, envolvendo tecnologias e meios para alavancar a circularidade dos recursos e de energia (Colombo et al., 2017), auxiliando no uso de recursos renováveis ao invés da geração de recursos poluentes (Ceconet et al., 2018; Laso et al., 2018). No setor leiteiro, a EC passou a ser difundida nos últimos três anos, como observado na Figura 2.

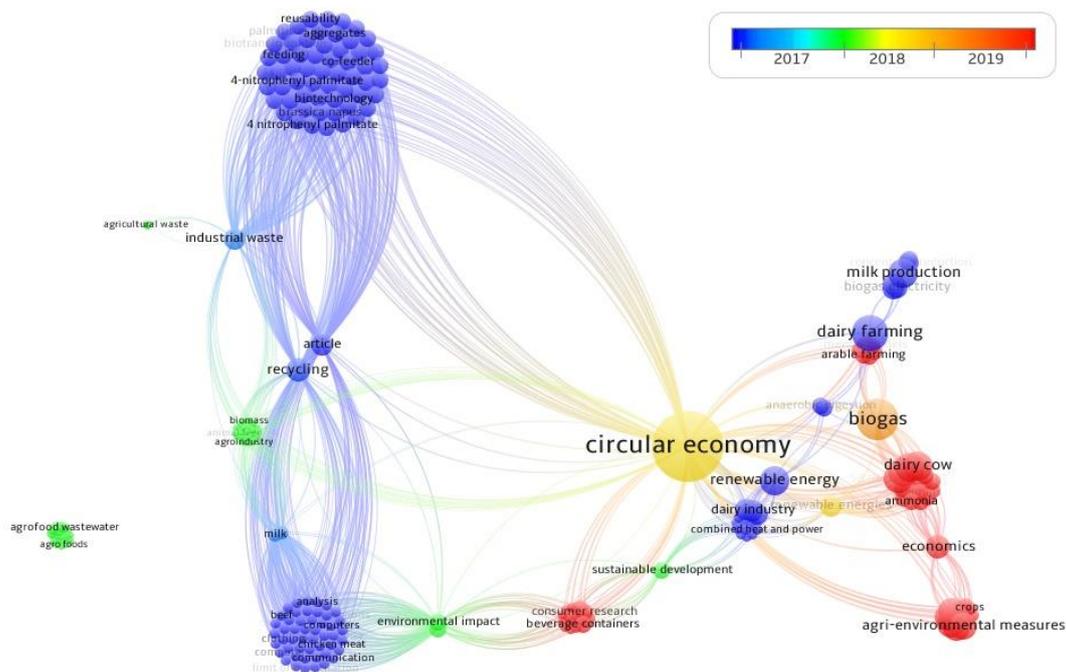


Figura 2 - Evolução temática da Economia Circular na Cadeia Produtiva do Leite

A Figura 2 permite observar que a EC começou a ser discutida na literatura em torno do ano de 2018 no setor agro, sendo explorada e associada na indústria do leite envolvendo as energias renováveis, o uso do biogás, da Digestão Anaeróbica, o desenvolvimento sustentável, os impactos ambientais, o uso da biomassa e possibilidades de reciclagem. Além disso, outra possível análise da figura é a tendência de estudos em áreas de cultivo, envolvendo questões econômicas e medidas agroambientais. Assim os primeiros estudos buscaram analisar a EC e a reutilização de matérias e resíduos e a reciclagem.

O uso da EC passou por um recente avanço, como observado na Figura 2, evidenciando uma temática em ascensão, principalmente após a publicação da primeira norma, a BS 8001 (BSI, 2017), porém tem sido reconhecida pela Fundação Ellen MacArthur a mais tempo, envolvendo projetos de gerenciamento de resíduos e redução de poluição, através da utilização de recursos renováveis (Ellen MacArthur Foundation, 2012).

Em suma, os estudos discutiram como a EC gera benefícios ao setor agro, apontando os principais desafios econômicos relacionados ao tratamento residual de água, recuperação de energia e bioenergia, uso do biogás, biofertilizantes, aquecimento de estufas e geração de biomassa. Caracterizando a maximização dos serviços produzidos do fluxo de produção linear, para os fluxos de materiais cíclicos, usando energia baseada em fluxos renováveis, de forma mais eficiente (Pauer et al., 2019).

Os estudos envolvendo o uso do biodigestor apontam que a DA tem o potencial de fornecer energia renovável, podendo ser utilizada principalmente como combustível e eletricidade, reduzindo assim, o uso dos combustíveis fósseis (Blades et al 2017). Ainda, a produção do biogás resulta em digestores ricos em nutrientes, que podem ser reutilizados como fertilizantes naturais, substituindo os fertilizantes químicos, um dos principais poluidores no ciclo de vida do leite. Além disso pode criar novas fontes de renda para aos agricultores, como créditos de carbono (Vaneckhaute et al., 2013).

alto uso de ração, consequente do uso de fertilizantes químicos. Esse impacto pode ser reduzido através de mudanças da alimentação para o gado leiteiro a base de grãos, rações orgânicas ou uso de biofertilizantes nas plantações, que podem ser usados na preparação do solo para a plantação de culturas, contribuindo também para a redução dos custos de produção (Castanho e Arruda, 2008).

Essa recuperação de energia é resultante da quantidade de esterco de vaca e resíduos orgânicos disponíveis na fazenda para serem usados como entrada no biodigestor, permitindo assim, a criação de uma agricultura sustentável, uma vez que o biogás gera energia e calor, que pode substituir os combustíveis fósseis, por derivar de um processo baseado em energia renovável (Purdy et al., 2018).

Para Hospido, Moreira e Feijoo (2003), Blades et al. (2017) e Üçtuğ (2019), o transporte também é um dos principais contribuintes para os impactos ambientais referentes ao aquecimento global. Assim, uma solução para esses impactos, está no uso do biometano, um biocombustível proveniente da DA no biodigestor.

Ainda, como opção para o fim de vida, há algumas opções para obter uma “embalagem circular” para a embalagem do leite (Pauer et al., 2019), através da reutilização ou destinação da reciclagem. Essas duas opções permitem reduzir impactos gerados quando as embalagens são destinadas aos aterros ou incineradores.

As abordagens mencionadas permitem alcançar a circularidade na cadeia produtiva do leite, embora sejam soluções ambientalmente favoráveis, elas podem não ser economicamente viáveis a um curto prazo, devido ao porte da fazenda (pequeno, médio ou grande), uma vez que as medidas apontadas podem demandar altos custos, como uma plantação orgânica, adoção de veículos adaptados para ao uso do biometano e principalmente a implantação de um biodigestor.

4. Conclusão

O objetivo deste estudo foi alcançado, apresentando relações da ACV e da EC na cadeia produtiva do leite. Isso foi possível mediante o levantamento sistemático de estudos da ACV e da EC na cadeia produtiva de leite. A leitura dos artigos encontrados permitiu a construção de *insights* para a relação dos temas, buscando o fechamento do ciclo do processo mediante propostas de soluções para redução dos impactos ambientais dos estudos de ACV.

A EC pode ser adotada mediante uso do biodigestor. Essa ação permite reduzir os impactos ambientais mediante a destinação adequada desses resíduos, ainda a redução do impacto ambiental referente ao alto consumo de energia e de água, pode ser minimizadas através do tratamento das águas residuais, reuso da água da chuva e uso de painéis fotovoltaicos ou uso da energia elétrica resultante do uso do biodigestor.

Além disso a proposta apresentada por este estudo permite a redução dos potenciais impactos provenientes do uso de combustíveis fósseis no transporte, através do uso do biometano, do uso de fertilizantes sintéticos na produção de ração que podem ser reduzidos utilizando o biofertilizante, e também do fim de vida das embalagens do leite, podem ser reutilizadas ou recicladas, reduzindo assim os potenciais impactos ambientais resultantes da incineração e depósito em aterros.

Agradecimentos

Esta pesquisa é apoiada financeiramente pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal

de Nível Superior (CAPES) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

Aguirre-villegas, H.A.; Larson, R.A. Evaluating greenhouse gas emissions from dairy manure management practices using survey data and lifecycle tools. **Journal of Cleaner Production**. v. 143, p. 169-179. 2017.

Bell, M.J.; Wall, E.; Russell, G.; Simm G.; Stott A.W. The effect of improving cow productivity, fertility, and longevity on the global warming potential of dairy systems. **Journal of Dairy Science**. v. 94, n. 7, p. 3662-3678. 2011.

Birat, J-P. The environment and materials, from the standpoints of ethics, social sciences, law and politics. **Matériaux & Techniques**. v. 107, n. 1, p. 102. 2019.

Blades, L.; Morgan, K.; Douglas, R.; Glover, S.; De Rosa, M.; Cromie, T.; Smyth, B. Circular Biogas-Based Economy in a Rural Agricultural Setting. *Energy Procedia*. v. 123, p. 89-96. 2017.

BSI (British Standards Institution). BS 8001 - **The rise of the Circular Economy**. 2017. Disponível em: <<https://www.bsigroup.com/en-GB/standards/benefits-of-using-standards/becoming-more-sustainable-with-standards/BS8001-Circular-Economy/>> Acesso em: 25 jun. 2019.

Casey, J.W.; Holden, N.M. Analysis of greenhouse gas emissions from the average Irish milk production system. **Agricultural Systems**. v. 86, n. 1, p. 97-114. 2005.

Castanho, D.S.; Arruda, H.J.de. **Biodigestores**. VI Semana de Tecnologia em Alimentos 13 a 16 de maio de 2008. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa, Paraná – Brasil. ISSN: 1981-366X, 02, 21. 2008.

Cecchini, L.; Venanzi, P.; Pierri, A.; Chiorri, M. Environmental efficiency analysis and estimation of CO₂ abatement costs in dairy cattle farms in Umbria (Italy): A SBM-DEA model with undesirable output. **Journal of Cleaner Production**. v. 197, p. 895-907. 2018.

Ceconet, D.; Molognoni, D.; Callegari, A.; Capodaglio, A. G. Agro-food industry wastewater treatment with microbial fuel cells: Energetic recovery issues. **International Journal of Hydrogen Energy**. v. 43, n. 1, p. 500-511. 2018.

Colombo, A.; Schievano, A.; Trasatti, S. P.; Morrone, R.; D'Antona, N.; Cristiani, P. Signal trends of microbial fuel cells fed with different food-industry residues. *International Journal of Hydrogen Energy*. v. 42, n. 3, p. 1841-1852. 2017.

Capodaglio, A.; Callegari, A.; Lopez, M. European Framework for the Diffusion of Biogas Uses: Emerging Technologies, Acceptance, Incentive Strategies, and Institutional-Regulatory Support. **Sustainability**. v. 8, n. 4, p. 298. 2016.

Eide, M.H. Life cycle assessment (LCA) of industrial milk production. **The International Journal of Life Cycle Assessment**. v. 7, n. 2, p. 115-126. 2002.

Ellen Macarthur Foundation. **Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition**. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2012.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**: Animal production. Disponível em: <<http://www.fao.org/animal-production/en/>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

Flysjö, A.M.; Henriksson, C; Cederberg, S; Ledgard J. E.; EnglundHenriksson, M.; Cederberg, C.; Ledgard, S.; Englund, J.E. The interaction between milk and beef production and emissions from land use change – critical considerations in life cycle assessment and carbon footprint studies of milk. **Journal of Cleaner Production**. v. 28, p. 134-142. 2012.

Gerber, P.; Vellinga, T.; Opio, C.; Steinfeld, H. Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. **Livestock Science**. v. 139, n. 1-2, p. 100-108. 2011.

Haupt, M.; Zschokke, M. How can LCA support the circular economy? - 63rd discussion forum on life cycle assessment, Zurich, Switzerland, November 30, 2016. **The International Journal of Life Cycle Assessment**. v. 22, n. 5, p. 832-837. 2017.

Hospido, A.; Moreira, M.T.; Feijoo, G. Simplified life cycle assessment of galician milk production. **International Dairy Journal**. v. 13, n. 10, p. 783-796. 2003.

Jan, P.; Repar, T.; Nemecek, T.; Dux, D. Production intensity in dairy farming and its relationship with farm environmental performance: Empirical evidence from the Swiss alpine area. **Livestock Science**. v. 224, p. 10-19. 2019.

Jayasundara, S.; Worden, D.; Weersink, A.; Wright, T.; VanderZaag, A.; Gordon, R.; Wagner-Riddle, C. Improving farm profitability also reduces the carbon footprint of milk production in intensive dairy production systems. **Journal of Cleaner Production**. v. 229, p. 1018-1028. 2019.

Laso, J.; Margallo, M.; García-Herrero, I.; Fullana, P.; Bala, A.; Gazulla, C.; Poletini, A. K.; Vázquez-Rowe, I.; Irabien, R.; Aldaco, R. Combined application of Life Cycle Assessment and linear programming to evaluate food waste-to-food strategies: Seeking for answers in the nexus approach. **Waste Management**. v. 80, p. 186-197. 2018.

Ledgard, S. F.; Wei, S.; Wang, X.; Falconer, S.; Zhang, N.; Zhang, X.; Ma, L. Nitrogen and carbon footprints of dairy farm systems in China and New Zealand, as influenced by productivity, feed sources and mitigations. **Agricultural Water Management**. v. 213, p.155-163. 2019.

Lehmann, J. O.; Mogensen, L.; Kristensen, T. Extended lactations in dairy production: Economic, productivity and climatic impact at herd, farm and sector level. **Livestock Science**. v. 220, p. 100-110. 2019.

- Li, C., Shen, B. Accelerating renewable energy electrification and rural economic development with an innovative business model: A case study in China. **Energy Policy**. v. 127, p. 280-286. 2019.
- Lybæk, R.; Kjær, T. Pre-assessment of the circular economic benefits and challenges of biogas production in Denmark when utilizing sand bedding in dairy cow stables. **Journal of Cleaner Production**. v. 219, p. 268-277. 2019.
- Lorenz, H.; Reinsch, T.; Hees, S.; Taube, F. Is low-input dairy farming more climate friendly? A meta-analysis of the carbon footprints of different production systems. **Journal of Cleaner Production**. v. 211, p. 161-170. 2019.
- Mahath, C. S.; Kani, K. M.; Dubey, B. Gate-to-gate environmental impacts of dairy processing products in Thiruvananthapuram, India. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 141, p. 40-53. 2019.
- Milone, P.; Ventura, F. New generation farmers: Rediscovering the peasantry. **Journal of Rural Studies**. v. 65, p. 43-52. 2019.
- Olofsson, J.; Börjesson, P. Residual biomass as resource – Life-cycle environmental impact of wastes in circular resource systems. **Journal of Cleaner Production**. v. 196, p. 997-1006. 2018.
- Opio, C.; Gerber, P.; Mottet, A.; Falcucci, A.; Tempio, G.; MacLeod, M.; Vellinga, T.; Henderson, B.; Steinfeld, H. Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**. 2013.
- Pauer, E.; Wohner, B.; Heinrich, V.; Tacker, M. Assessing the Environmental Sustainability of Food Packaging: An Extended Life Cycle Assessment including Packaging-Related Food Losses and Waste and Circularity Assessment. **Sustainability**. v. 11, n. 3, p. 925. 2019.
- Pagani, R. N.; Kovaleski, J. L.; Resende, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**. v. 105, n. 3, p. 2109-2135. 2015.
- Purdy, A.; Pathare, P. B.; Wang, Y.; Roskilly, A. P.; Huang, Y. Towards sustainable farming: Feasibility study into energy recovery from bio-waste on a small-scale dairy farm. **Journal of Cleaner Production**. v. 174, p. 899-904. 2018.
- Ridaura, G.; Llorens-Cervera, S.; Carrillo, C.; Buj-Corral, I.; Riba-Romeva, C. A Conceptual Tool for the Implementation of the Circular Economy Emissions Reuse Closed Loops through Process Equipment. **Sustainability**. v. 10, n. 11, p. 3912. 2018.
- Rotz, C.A. Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms. **Journal of Dairy Science**. v. 101, n. 7, p. 6675-6690. 2018.

Salvador, R.; Barros, M. V.; Rosário, J. G. P.; Piekarski, C. M.; Luz, L. M.; Francisco, A. C. Life cycle assessment of electricity from biogas: A systematic literature review. **Environmental Progress & Sustainable Energy**. 2018.

Sanchez, B.; Haas, C. Capital project planning for a circular economy. **Construction Management and Economics**. v. 36, n. 6, p. 303-312. 2018.

Styles, D.; Gibbons, J.; Williams, A. P.; Stichnothe, H.; Chadwick, D.R.; Healey, J. R. Cattle feed or bioenergy? Consequential life cycle assessment of biogas feedstock options on dairy farms. **Gcb Bioenergy**. v. 7, n. 5, p. 1034-1049. 2014.

Üçtuğ, F.G. The Environmental Life Cycle Assessment of Dairy Products. **Food Engineering Reviews**. v. 11, n. 2, p. 104-121. 2019

Vaneekhaute, C.; Meers, E.; Michels, E.; Ghekiere, G.; Accoe, F.; Tack, F. M. G. Closing the nutrient cycle by using bio-digestion waste derivatives as synthetic fertilizer substitutes: A field experiment. **Biomass and Bioenergy**. v. 55, p. 175-189. 2013.

Vries, M. de; Boer, I. J. M. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. **Livestock Science**. v. 128, n. 1-3, p.1-11. 2010.

Vourch, M.; Balannec, B.; Chaufer, B.; Dorange, G. Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse. **Desalination**. V. 219, n. 1-3, p. 190-202. 2008.

Werf, H. M. G. van D.; 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. 3643-3652. 2009.