



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO
ON-LINE

02 a 04
de dezembro 2020

Avaliação do Ciclo de Vida da Suinocultura com o uso de Biodigestores: Um Estudo Bibliométrico

Karen Godoi van Mierlo
PPGEP - UTFPR

Regina Negri Pagani
PPGEP - UTFPR

Cassiano Moro Piekarski
PPGEP - UTFPR

Resumo: Técnicas como a Avaliação do Ciclo de Vida tem tido grande destaque em busca de uma sociedade mais sustentável. Além disso, há um grande incentivo no desenvolvimento de energias renováveis. Assim, este trabalho teve por objetivo analisar bibliometricamente os estudos selecionados através da Methodi Ordinatio sobre Avaliação do Ciclo de Vida em processos da Suinocultura que usam Biodigestores. Para isto, os estudos foram selecionados através da Methodi Ordinatio, uma metodologia que classifica os estudos através de três variáveis principais: ano de publicação, número de citações e fator de impacto da revista de publicação. Após a seleção dos estudos eles foram analisados através da bibliometria, uma forma de quantificar os dados dos estudos para entender melhor o tema. Foi encontrado que é um tema recente, que é mais publicado em revistas da área ambiental e os países que mais publicaram foram China e Espanha. Enquanto a Methodi Ordinatio ordena os estudos mais relevantes, a análise bibliométrica permite entender quais são as características do assunto estudado.

Palavras-chave: Bibliometria, Methodi Ordinatio, ACV, bioenergia, suínos.

Life Cycle Assessment of pig production using Biodigesters: A Bibliometric Study

Abstract: Techniques such as Life Cycle Assessment have been highlighted in the search of a more sustainable society. Besides, there is a great incentive in the development of renewable energies. In this way, the goal of this work is bibliometrically analyze the studies selected through the Methodi Ordinatio about Life Cycle Assessment in pig production processes that use Biodigesters. For this, the studies were selected through Methodi Ordinatio, a methodology that classifies the studies through three main variables: year of publication, number of citations, and the impact factor of the journal. After the studies selection, they were analyzed using bibliometrics, a way to quantify the studies to better understand the theme. The results showed that this theme is a recent topic and is most published in environmental journals; China and Spain published most of the studies. While Methodi Ordinatio orders the most relevant studies, bibliometric analysis allows us to understand the characteristics of the theme.

Keywords: Bibliometrics, Methodi Ordinatio, LCA, bioenergy, swine

1. Introdução

A Organização das Nações Unidas (ONU), estabeleceu 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável do planeta, os chamados ODS (ALMANZA; CORONA, 2020). Entre os ODS, há uma preocupação em obter Energia Limpa e Acessível (ONU, 2020), possível através das energias renováveis, que promovem um futuro mais sustentável em uma área que está cada vez mais sendo requisitada (LIJÓ *et al.*, 2014).

Uma energia renovável de alto destaque é o biogás, resultante do processo de biodigestão. Quando utiliza dejetos de animais como matéria-prima – substrato - se torna uma das formas com melhor custo-benefício para diminuir potenciais impactos de emissão de gases do efeito estufa, pois diminui as emissões de metano e óxido nitroso (HAMELIN *et al.*, 2011). Ou seja, além da bioenergia substituir energias provindas de combustíveis fósseis – a queima de combustíveis fósseis é uma das principais causas do aquecimento global (LIJÓ *et al.*, 2014) – ela ainda tem o benefício de aproveitar os resíduos provenientes da criação de animais.

Para detectar o quanto a utilização dos resíduos de animais nos biodigestores pode auxiliar o meio ambiente, há uma técnica conhecida como Avaliação do Ciclo de Vida, ou ACV, que mede os potenciais impactos ambientais causados ao produzir um bem ou serviço (NBR ISO 14040, 2009).

Dentre o consumo de carnes, a suína tem grande destaque, sendo responsável por 40% da produção de proteína mundial (SANDEFUR *et al.*, 2015). De Moraes *et al.* (2015) fizeram um estudo da Avaliação do Ciclo de Vida para uma vacina para suínos – compreendendo desde a produção de rações, produção da vacina, engorda, transporte dos suínos, até o abate -, e detectaram que o que mais contribui para a pegada de carbono é o esterco, responsável por 41% do total. Ou seja, a utilização de resíduos animais como substrato nos biodigestores é uma alternativa para diminuir os potenciais impactos ambientais que a atividade causa, e obter energia renovável.

Em função da relevância do tema, o objetivo deste artigo é realizar um estudo bibliométrico sobre Avaliação do Ciclo de Vida em processos da Suinocultura que usam Biodigestores. Para tanto, foi utilizado o Methodi Ordinatio. Este estudo está organizado nas seguintes subseções: Referencial Teórico, Metodologia, Resultados e Discussões, e Conclusão.

2. Referencial Teórico

2.1 Avaliação do Ciclo de Vida da Suinocultura com o uso de Biodigestores

A Avaliação do Ciclo de Vida é uma técnica internacional padronizada que quantifica as informações ambientais de um processo ou produto e assim identifica oportunidades de ganhos ambientais (de VRIES *et al.*, 2012; LIJÓ *et al.*, 2014). A NBR ISO 14040 (2009) dá os princípios, requisitos e diretrizes para a realização da Avaliação do Ciclo de Vida, ou ACV, através de 4 passos: (i) definição de objetivo e escopo, (ii) análise de inventário, (iii) avaliação de impacto e (iv) interpretação, que ocorre em todas as fases da avaliação.

Os resultados da ACV auxiliam no processo de tomada de decisão para tomar as melhores iniciativas em busca de uma sociedade mais sustentável, além de medirem o progresso das ações que buscam atingir o desenvolvimento sustentável (SAAD; NAZZAL; DARRAS, 2019; ALMANZA; CORONA, 2020).

Os estudos analisados trabalham com a ACV da suinocultura, uma prática que fornece uma proteína com alta expressividade no mercado, sendo a segunda carne mais consumida

mundialmente, atrás apenas dos pescados - e à frente da carne de frango e bovina. Os maiores consumidores estão na China (50,7%), União Europeia (19,1%) e Estados Unidos (8,5%). Embora no Brasil a carne suína ainda ocupe o terceiro lugar, tanto de produção, como de consumo, tem alta tendência de aumento de crescimento (GUIMARÃES *et al.*, 2017).

Para produção de carne suína há significativos impactos ambientais devido a emissões na terra, água e ar, uso de recursos e geração de dejetos (SANDEFUR *et al.*, 2015). Os dejetos de suínos podem ser utilizados para produção de biogás - uma energia renovável produzida a partir da biomassa através de um processo de digestão anaeróbia -, outros substratos que também podem ser usados neste processo são as culturas energéticas como atividades domésticas, industriais, florestais, agrícolas e pecuária (LIJÓ *et al.*, 2014). A utilização dos substratos de origem do estrume suíno para geração de bioenergia diminui as emissões de gases de efeito estufa e uso de combustíveis fósseis (DE VRIES *et al.*, 2012).

A bioenergia proveniente do biogás pode ser usada para gerar eletricidade, calor ou biocombustível e com ela há aumento de segurança energética, produção de fertilizante orgânico (digestato), além de diminuição dos potenciais impactos das mudanças climáticas através da menor dependência de combustíveis fósseis e diminuição do descarte de resíduos sólidos (DE VRIES *et al.*, 2012; LIJÓ *et al.*, 2014).

3. Metodologia

3.1 Methodi Ordinatio

Com cada vez mais estudos sendo publicados em diversos periódicos, saber quais estudos utilizar na pesquisa tem se tornado cada mais importante. Assim, métodos que auxiliem o pesquisador nesta etapa de seleção tem se tornado mais importante (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015).

A Methodi Ordinatio é uma metodologia que ordena os estudos mais relevantes da área através de antes da revisão sistemática de literatura. A Methodi Ordinatio usa uma fórmula para ordenação conhecida como *InOrdinatio* ao avaliar três aspectos dos estudos: número de citações, ano de publicação e fator de impacto das revistas (de CARVALHO *et al.*, 2020). Neste contexto, a metodologia foi adotada e aplicada neste artigo.

3.2 Bibliometria

Quando é realizado o levantamento dos estudos já efetivados em um assunto nas bases de dados há inúmeros resultados. Para obter dados de forma mais eficiente é necessário buscar alternativas que auxiliem nesse processo, sendo uma delas, a bibliometria (MUGNAINI, 2003), que descreve a literatura através dos números (ARAÚJO, 2006).

Além de ser uma forma de filtro de informação, e de buscar familiarização com o estudo em questão, a bibliometria possibilita a observação das principais características das publicações selecionadas, observando as tendências e crescimento do assunto (MUGNAINI, 2003).

Na bibliometria há leis que buscam conhecer quais são os elementos que aparecem com maior frequência. A lei de Bradford para periódicos, Lotka para autores, e Zipf para palavras; a primeira determina a dispersão do conhecimento; a segunda, a produtividade científica, e; a terceira representatividade na obra (de MORAES; BEHR, 2015).

Também há dois tipos de características dos documentos: (i) as descritivas, que abordam questões como data de publicação, autores, instituição, e; (ii) as temáticas, que tratam do título, resumo, ou seja, mais relacionado com o conteúdo (MUGNAINI, 2003).

3.3 Seleção do Referencial Teórico através da Methodi Ordinatio

O primeiro passo para construção deste trabalho foi a (i) seleção do referencial teórico, e então a (ii) análise bibliométrica. A seleção do referencial foi feita utilizando o Methodi Ordinatio, um método que seleciona artigos científicos para pesquisas através de 9 passos, proposto por Pagani, Kovaleski e Resende (2015). Para este trabalho foi feito até o passo 5 da metodologia para selecionar os materiais utilizados na análise bibliométrica.

3.1.1 Definição da Intenção de Pesquisa

São três eixos que essa pesquisa trabalhou:

- Eixo 1: Avaliação do Ciclo de Vida
- Eixo 2: Biogás
- Eixo 3: Suínos

3.1.2 Pesquisa Preliminar

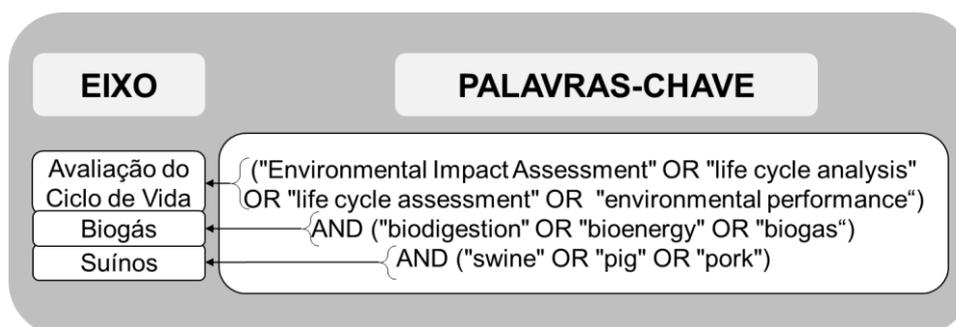
A partir dos Eixos definidos, foi pesquisado em Teses e Dissertações os principais tópicos relacionados a combinação de 2, dos 3 eixos, para melhor entendimento do que é abordado nos estudos. Assim, foi possível definir quais as palavras-chaves iniciais.

Então, foi feita uma pesquisa na Scopus para definição de quais seriam as palavras chaves mais adequadas em inglês. Depois dessa pesquisa foi possível excluir palavras-chaves antes elencadas, como *Anaerobic Digestion*, que trazia pesquisas mais relacionadas a biologia, e *biodigester*, *piglets* e *life cycle inventory*, que não trouxeram novos resultados. Isso foi possível perceber ao excluir essas palavras-chaves e nenhum estudo ser excluído da pesquisa, ou seja, as outras palavras-chaves que influenciavam na pesquisa.

3.1.3 Definições de palavras-chaves, bases de dados e recorte temporal

Após a pesquisa preliminar foi possível determinar as palavras-chaves, apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Palavras-chaves da pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2020)

As bases de dados utilizadas foram: Scopus, Web of Science e ProQuest, com as características:

- Scopus: pesquisa no título, resumo e palavra-chave;
- Web of Science: pesquisa no título;
- ProQuest (em todas as bases de dados): pesquisa avançada em qualquer lugar exceto texto completo.

Optou-se por não fazer recorte temporal.

3.1.4 Busca definitiva

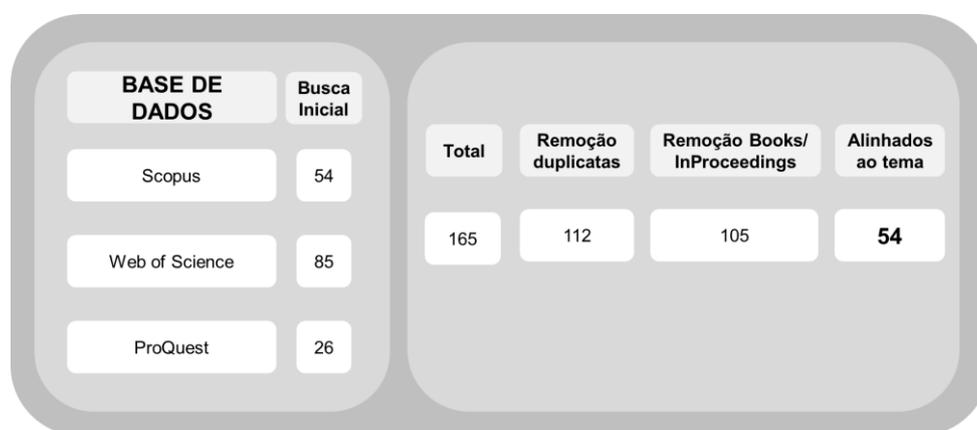
A busca definitiva foi realizada no dia 17/07/2020, obtendo 165 artigos, de acordo com o apresentado na Figura 2.

3.1.5 Filtragem

Os artigos encontrados nas 3 bases de dados foram reunidos no *software* Mendeley para remoção das duplicadas. Então os dados foram transferidos para o JabRef onde foram removidas mais algumas duplicadas, *inProceedings* e *Books* – já que não apresentam fator de impacto, índice utilizado no Methodi Ordinatio.

Para finalização da filtragem foi verificado quais os trabalhos eram alinhados ao tema através da leitura do resumo, e foram obtidos 54 artigos para estudo de acordo com a figura 2.

Figura 2 – Filtragem da Pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2020)

3.2 Análise Bibliométrica

Após a seleção dos 54 estudos foi feita uma análise bibliométrica desses estudos, analisando o ano, a revista, principais autores, países onde tem sido feita as pesquisas e palavras-chaves que mais se repetiram.

Para análise dos principais autores e palavras-chaves, foi utilizado o *software* VOSviewer. Foram selecionados autores que apareceram no mínimo 2 vezes e para palavras-chaves que se repetiram no mínimo 2 vezes também.

Para finalizar, buscou-se entender qual variável mais influenciou na ordenação do Methodi Ordinatio entre ano de publicação, número de citações e fator de impacto da revista, para entender qual fator mais impacta para relevância dos estudos.

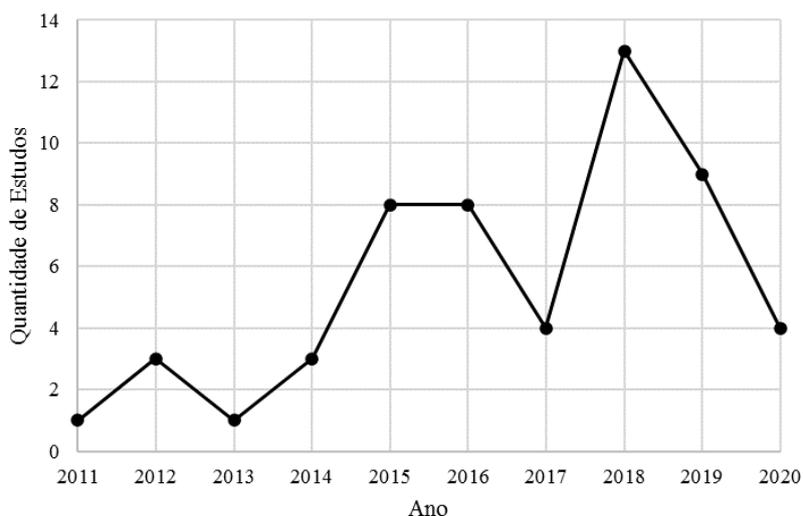
4. Resultados e Discussão

A partir dos estudos selecionados foi construída a análise bibliométrica nesta seção.

4.1 Análise por Ano

No Gráfico 1 é apresentada a análise por ano, onde pode-se perceber que é um tema novo na literatura, visto que o estudo mais novo foi publicado em 2011. Desde então a quantidade de estudos vem aumentando, sendo 2018 o ano de maior publicações.

Gráfico 1 – Ano das publicações



Fonte: Autoria Própria (2020)

4.2 Análise por Revista

Na Tabela 1 são apresentadas as principais revistas que publicaram os estudos relacionados ao tema, segundo o que estabelece a lei de Bradford. Dentre essas revistas, a maioria trata sobre assuntos ambientais, e há também sobre questão energética. Esta análise mostra quais são potenciais revistas a serem submetidos estudos nesta área, mas também alerta que pode ser que já tenha sido saturado o assunto em alguma delas.

Tabela 1 – Principais revistas onde os estudos foram publicados

| Journal | Quantidade de Estudos |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Journal of Cleaner Production | 9 |
| Science of the Total Environment | 5 |
| Waste Management | 5 |
| Bioresource Technology | 3 |
| Journal of Environmental Management | 3 |
| Renewable Energy | 2 |
| The Scientific World Journal | 2 |
| Resources, Conservation and Recycling | 2 |
| BioCycle | 2 |

Fonte: Autoria Própria (2020)

4.3 Principais Autores

Para a lei de Lotka, que busca conhecer os principais autores, os que mais publicaram – 2 vezes ou mais – são mostrados na Figura 3. Os autores que mais publicaram sobre o tema foram Bacenetti e Fiala - que tem estudos em conjunto - com 4 estudos e De Boer e de Vries - que também trabalharam em conjunto -, autores de 3 estudos. É interessante notar a internacionalidade dos estudos; em quase metade dos estudos (48,1%) há presença de autores de mais de um país na construção do artigo.

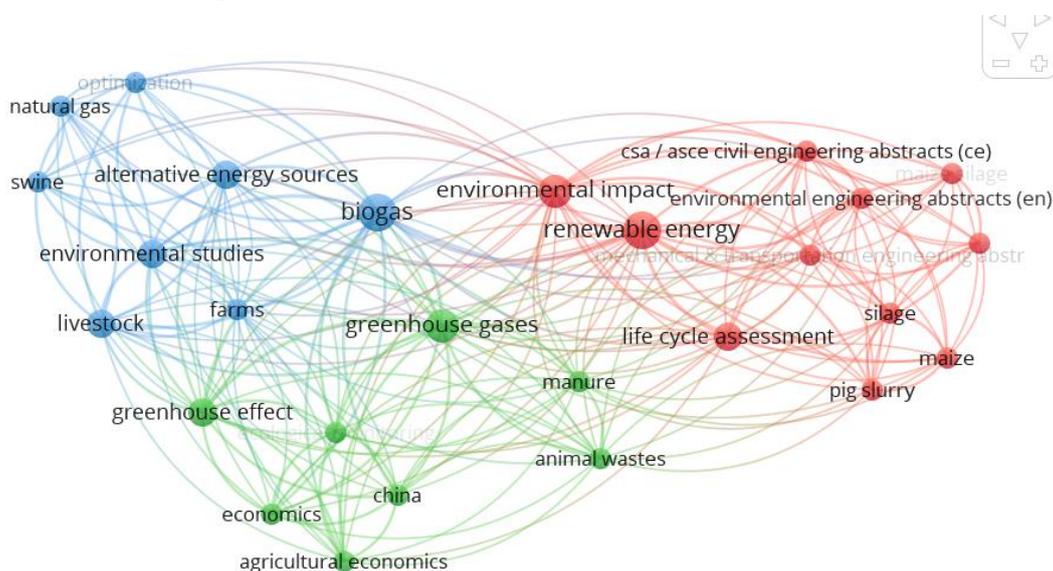
apresentadas na figura 5. As palavras “*biogas*” e “*renewable energy*” apareceram 5 vezes, enquanto “*greenhouse gases*” e “*environmental impact*” apareceram 4 vezes.

Há uma preocupação com os resíduos ambientais gerados principalmente na parte da criação e alimentação do animal, mas é importante ressaltar que outras partes do ciclo de vida do suíno podem ser utilizadas no biodigestor além desta fase de sua vida, como durante a sua industrialização. Há também preocupação sobre o impacto ambiental que a atividade suína causa ao meio ambiente, ao falar dos gases do efeito estufa, porém a atividade suína vai além disto, causa impactos na terra, na água e ar.

Por fim, há grande presença de palavras-chaves remetendo a energia, que é um dos maiores benefícios da utilização de biodigestores, porém não há grande foco do uso de fertilizantes orgânicos provenientes da operação de produção do biogás.

Mesmo que a utilização de resíduos suínos fomente o desenvolvimento sustentável, não foi abordado isso nas palavras-chaves.

Figura 5 – Mapa das palavras-chaves mais abordadas



Fonte: Autoria Própria (2020)

5. Uma Análise Prévia dos Estudos

A partir dos resultados pesquisados, uma análise prévia mostrou que as fronteiras dos sistemas analisados podem divergir entre os estudos analisados. Há estudos como em De Vries et al. (2012), Hamelin et al. (2011), Lijó et al. (2014) e De Vries, Groenestrein e De Boer (2012) onde a análise é feita a partir da produção da biomassa, transporte, produção no biodigestor e gerenciamento do digestato, tanto é que sua unidade funcional é em relação ao dejetos – suíno – ou substrato gerado – que pode abranger culturas energéticas como milho, triticale. Ou seja, não consideraram produção animal.

É importante notar que nestes estudos a produção agrícola é usada como matéria-prima no biodigestor, e não como alimento dos suínos. Porém, De Vries et al. (2012) alegam que ambientalmente falando, é melhor as plantações se tornarem alimentação animal do que substrato para biodigestores.

Enquanto Cherubini et al. (2015) fazem uma avaliação que compreende desde a fase de produção dos alimentos dos suínos, produção de leitões, crescimento/terminação dos animais e matadouro e sua unidade funcional é em relação ao peso da carcaça. Cherubini et al. (2015) ainda faz uma comparação, que busca avaliar qual o melhor sistema de gestão

dos dejetos suínos. Entre as opções, o biodigestor para fins energéticos apresentou os melhores resultados para mudanças climática, eutrofização de água doce, demanda de energia cumulativa, ecotoxicidade terrestre, potencial de danos a diversidade e transformação natural da terra; só não foram os melhores resultados em acidificação terrestre e eutrofização marinha, onde o tanque coberto apresentou os resultados melhores.

De Vries, Groenestrein e De Boer (2012) mostram que a utilização de dejetos de suínos em biodigestor para geração de energia pode diminuir em 117% o potencial de mudança climática 59% no Esgotamento de Combustível Fóssil; isto porque há uma substituição da eletricidade e o N₂ é evitado.

Já De Vries et al. (2012) analisaram somente o biodigestor ao comparar as consequências ambientais da monodigestão de esterco de porco e codigestão de substratos alternativos para produção de bioenergia. O melhor cenário que encontraram foi a utilização de podas de grama com esterco de suíno, onde, em relação ao substrato não digerido houve uma redução de 89kg de CO₂ por tonelada de substrato.

Hamelin et al. (2011) comparou métodos de separação das lamas com a utilização do dejetos como fertilizante sem tratamento prévio para produção de calor e energia, onde foi mostrado que é positivo o uso de fertilizante orgânico ao invés do mineral.

O digestato, ao se tornar fertilizante orgânico traz benefícios em Potencial de Depleção Abiótica, Potencial de Destruição da Camada de Ozônio e na Análise Energética, ao não aplicar os fertilizantes minerais, porém, traz impactos em Potencial de Acidificação e Potencial de Eutrofização (Lijó et al., 2014).

Lijó et al. (2014) faz uma avaliação do biogás gerado através de dejetos suínos, milho e silagens de triticale, sendo que os maiores impactos estão em Potencial de Depleção Abiótica, Potencial de Destruição da Camada de Ozônio, Potencial de Oxidação Fotoquímica e uma Análise Energética. Os maiores impactos acontecem durante as atividades agrícolas, seja pela utilização do maquinário ou dos fertilizantes; os autores consideraram que nesta fase o potencial de aquecimento global fica positivo devido a fotossíntese das plantas.

Cherubini et al. (2015) também mostrou que dentre as fases do ciclo de vida a produção de ração é a que mais impactou no meio ambiente, principalmente devido ao fato do grande desmatamento considerado, já que a pesquisa foi realizada no Brasil. Na categoria de impacto das mudanças climáticas, a produção de ração respondeu por 75% dos resultados. A produção de milho e de soja, utilizadas na produção de ração, impactaram em 49% e 45,8% respectivamente na categoria danos a diversidade e a soja foi responsável por 83,5% da transformação natural do solo. O que pode auxiliar a diminuir os impactos ambientais é a conversão alimentar.

6. Conclusões

Uma análise bibliográfica é um ponto crucial da pesquisa, pois pode despertar pontos de interesse para serem observados durante a leitura e começar a perceber as lacunas que podem ser preenchidas.

Neste estudo percebeu-se o quão recente é o tema, e que no Brasil as publicações estão começando a aparecer, mas que a China ainda é o grande destaque. As revistas que mais publicaram sobre o tema são destas duas áreas: ambiental e energética. As palavras-chaves mais citadas remetem ao meio ambiente e questões energéticas relacionadas aos biodigestores, mas ainda há campos a serem explorados, como um enfoque maior nos outros resíduos produzidos na suinocultura além do esterco, que mesmo não sendo os que mais impactam no meio ambiente, tem uma contribuição. Este fato acaba sendo

comprovado por um estudo prévio apresentado, onde todos os estudos fazem uma avaliação com foco no gerenciamento dos dejetos suínos.

Para estudos futuros também deve ser feita uma análise qualitativa desses estudos selecionados, para identificar aspectos como: quais softwares de ACV e bases de dados de inventários de ciclo de vida mais foram utilizados, quais as categorias de impacto mais adotadas, quais fronteiras de sistema mais adotadas, e outros itens de definição de objetivo e escopo da ACV que mais foram adotados e praticados em estudos de ACV de suinocultura com biodigestores.

Agradecimentos

Esta pesquisa conta com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

ALMANZA, A. M. H.; CORONA, B. Using Social Life Cycle Assessment to analyze the contribution of products to the Sustainable Development Goals: a case study in the textile sector. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, p. 1-13, 2020.

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em questão**, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

BELUCIO, L. P.; da SILVA, A. P. N.; SOUZA, L. R.; MOURA, G. B. de A. Radiação solar global estimada a partir da insolação para Macapá (AP). **Revista Brasileira de Meteorologia**. São Paulo, v. 29, n. 4, p. 494-504, 2014.

CHERUBINI, Edivan et al. Life cycle assessment of swine production in Brazil: a comparison of four manure management systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 68-77, 2015.

de CARVALHO, G. D. G.; SOKULSKI, C. C.; DA SILVA, W. V.; de CARVALHO, H. G.; de MOURA, R. V.; de FRANCISCO, A. C.; da VEIGA, C. P. Bibliometrics and systematic reviews: A comparison between the Proknow-C and the Methodi Ordinatio. **Journal of Informetrics**, v. 14, n. 3, 2020.

de MORAES, G. L.; BEHR, A. **Contabilidade de custos no agronegócio: um estudo bibliométrico dos artigos publicados no periódico custos e@ gronegócio on line**, 30 p., 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

de MORAES, P. J. U.; ALLISON, J.; ROBINSON, J. A.; BALDO, G. L.; BOERI, F.; BORLA, P. Life Cycle Assessment (LCA) and Environmental Product Declaration (EPD) of an

Immunological Product For Boar Taint Control In Male Pigs. **Journal Of Environmental Assessment Policy And Management**, v. 15, n. 01, p.13500011-13500126, 2013.

DE VRIES, J. W.; GROENESTEIN, C. M.; DE BOER, I. J. M. Environmental consequences of processing manure to produce mineral fertilizer and bio-energy. **Journal of environmental management**, v. 102, p. 173-183, 2012.

de VRIES, J. W.; VINKEN, T. M. W. J.; HAMELIN, L.; De Boer, I. J. M. Comparing environmental consequences of anaerobic mono-and co-digestion of pig manure to produce bio-energy—a life cycle perspective. **Bioresource technology**, v. 125, p. 239-248, 2012.

GUIMARÃES, D. D.; AMARAL, G. F.; MAIA, G. B. D. S.; LEMOS, M. L. F.; ITO, M.; CUSTODIO, S. Suinocultura: Estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **BNDES Setorial**, 45, p. 85-136, 2017.

HAMELIN, L.; WESNÆS, M.; WENZEL, H.; PETERSEN, B. M. Environmental consequences of future biogas technologies based on separated slurry. **Environmental science & technology**, v. 45, n. 13, p. 5869-5877, 2011.

LIJÓ, L.; GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; BACENETTI, J.; FIALA, M.; FEIJOO, G.; LEMA, J. M.; MOREIRA, M. T. Life Cycle Assessment of electricity production in Italy from anaerobic co-digestion of pig slurry and energy crops. **Renewable Energy**, v. 68, p. 625-635, 2014.

MUGNAINI, R. A bibliometria na exploração de bases de dados: a importância da Lingüística. **Transinformação**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 45-52, 2003.

NBR ISO 14040: 2009: ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR ISO 14040**: gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

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**, Springer, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

ONU. 17 Objetivos para transformar nosso mundo. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 01 set. 2020.

SAAD, M. H., NAZZAL, M. A., DARRAS, B. M. A general framework for sustainability assessment of manufacturing processes. **Ecological Indicators**, v. 97, p. 211-224, 2019.

SANDEFUR, H. N.; BUREK, J.; MATLOCK, M.; THOMA, G.; BOLES E.C. Development of Life Cycle Inventory Data for U.S. Swine Production Scenarios. **Dataset Documentation and User's Guide**, Version 2. USDA, 2015.