

CENÁRIO DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS SOBRE BIODIGESTOR

Larissa da Costa Rodrigues Bartolomeu¹

Sidnei do Amaral Freire ²

Marcia Aparecida Andreazzi³

Rute Grossi Milani⁴

Fábio Luiz Bim Cavaliere⁵

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

A cienciometria permite avaliar a importância de determinado assunto, autor e/ou trabalho e evidencia as contribuições de um determinado tema. Conhecer a atual situação das publicações sobre o biodigestor evidencia as diferentes direções de suas pesquisas, assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação cienciométrica sobre biodigestor. Foram levantados dados da literatura científica nacional sobre o emprego desta técnica no Brasil, buscando periódicos indexados nos bancos de dados da Scientific Electronic Library Online (SciELO). A busca dos artigos científicos foi realizada em junho de 2022 e foi utilizado o descritor “biodigestor”. O levantamento resultou em 50 artigos, os quais foram categorizados e avaliados de forma descritiva, considerando a quantidade de artigos publicados nos últimos dez anos, seu eixo temático, principais periódicos em que foram publicados e o estrato Qualis/ CAPES dos periódicos. Com base nos resultados obtidos verificou-se que a quantidade de publicações sobre o “Biodigestor” foi pequena durante os últimos 10 anos, contudo, a partir de 2019, as discussões aumentaram (34%) e versaram sobre diferentes eixos, destacando-se temas como o uso do digestato como biofertilizante e sobre a produção de biogás (46%). Os periódicos “Engenharia Agrícola” e “Arndoa” se destacaram com o maior número de publicações sobre o assunto (18%), e também evidenciaram a qualidade das pesquisas, já que grande parte das publicações (44%) são oriundas de periódicos que apresentam Qualis/ CAPES superior. Os resultados deste estudo evidenciaram que mais estudos devem ser conduzidos e divulgados sobre o tema, a fim de apoiar uma gestão de resíduos mais efetiva e o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Artigos científicos; Avaliação qualitativa; Cienciometria;

¹Aluna do Mestrado em Tecnologias Limpas/ Unicesumar, bolsista ICETI/ Unicesumar. lary.barto@gmail.com.

²Aluno do Mestrado em Tecnologias Limpas/ Unicesumar, bolsista ICETI/ Unicesumar. amaral.tid@gmail.com

^{3, 4, 5}Docentes do Mestrado em Tecnologias Limpas/ Unicesumar/ ICETI. marcia.andreazzi@unicesumar.edu.br; rute.milani@unicesumar.edu.br; fabio.cavaliere@unicesumar.edu.br.

INTRODUÇÃO

Os maiores desafios ambientais que a sociedade vem enfrentando nos últimos anos são o aquecimento global e as mudanças climáticas, sendo que essas condições são oriundas, em grande parte, das ações humanas (BONGIOVANNI; TUNINETTI, 2021). Dentre as ações, podemos apontar a grande geração de resíduos e a falta de gestão dos mesmos. Assim, verifica-se que métodos de gestão de resíduos podem contribuir com o enfrentamento das condições apontadas, dentre eles, citamos o uso de biodigestores.

Os biodigestores apresentam como principal função o tratamento de diversos tipos de resíduos, e, além disso, pode produzir biofertilizante, biogás e biometano. A ação de microorganismos especializados em degradação de diversos resíduos diversos, em uma condição anaeróbica, proporciona condições ideais para que ocorra a produção de biogás, que é composto basicamente por dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4) (FAO, 2019).

De fato, o tratamento de resíduos a partir de biodigestor, produz biofertilizante, gera o biogás e também reduz a emissão de gases do efeito estufa (GEE) (SARABIA MÉNDEZ et al, 2017). Os GEE contribuem para o aquecimento global e, conseqüentemente, como as mudanças climáticas e também podem ocasionar danos à saúde humana e ao meio ambiente (RÍO, 2019).

Portanto, conhecer a atual situação das publicações referentes ao emprego de biodigestores, permitirá evidenciar as diferentes direções das investigações sobre esta técnica, tão importante na gestão de resíduos e na busca pela sustentabilidade ambiental. De fato, o conhecimento produzido pelas pesquisas científicas deve ser transformado em comunicação científica e difundido para todas as áreas do conhecimento (YAMAGUCHI, 2015). Desse modo, o objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação cienciométrica sobre o tema “biodigestor”, por meio da análise da quantidade de artigos publicados nos últimos dez anos, seu eixo temático, principais periódicos em que foram publicados e o estrato Qualis/ CAPES dos periódicos.

Realização

Apoio

METODOLOGIA

O presente trabalho consistiu de um estudo cienciométrico de literatura científica sobre o tema “biodigestor”. O objeto de análise foi a produção científica veiculada em periódicos indexados nos bancos de dados da Scientific Electronic Library Online (SciELO), disponível na Biblioteca Virtual por meio do site <http://www.scielo.org>. A presente pesquisa foi realizada conforme recomendações metodológicas de Schubert (1989) para trabalhos de estudo cienciométrico.

A busca dos artigos científicos foi realizada em junho de 2022 e para isso foi utilizado o descritor “biodigestor”. O processo de busca permitiu a identificação de 50 artigos científicos, os quais foram analisados e, após, foram coletadas as informações: ano de publicação do artigo científico, que permitiu obter o número de artigos publicados nos últimos dez anos (2011 a 2020), eixo temático central da pesquisa, principal periódico das publicações e a classificação do periódico segundo, o critério Qualis/ CAPES na área de Ciência Ambientais.

Os dados foram tabulados e organizados em planilhas do programa Microsoft Excel 2010 e foi empregada análise descritiva dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo cienciométrico permitiu quantificar o número de artigos publicados na base de dados SciELO de acordo com o ano de publicação, no período compreendido entre os anos de 2011 a 2020, agrupados por biênio e os resultados mostraram um maior volume de publicações no último biênio, 2019-2020 (34%) (Tabela 1).

Com relação à definição dos eixos temáticos, após análise dos artigos, baseados em seus títulos e resumos, definiram-se 8 eixos temáticos, mostrando uma grande variação quanto aos objetivos das pesquisas (Tabela 2). Foi possível observar pela tabela, que os principais temas das publicações versaram sobre o uso do digestato como biofertilizante e aspectos relacionados a produção de biogás, que juntos totalizaram 46% das publicações.

Realização

Apoio

Tabela 1. Porcentagem de artigos científicos publicados sobre biodigestor, a cada 2 anos, entre os anos de 2011 e 2020 (n:50).

Ano de publicação	Quantidade de artigos (n)	Porcentagem (%)
2011 - 2012	5	10
2013 - 2014	5	10
2015 - 2016	16	32
2017 - 2018	7	14
2019 - 2020	17	34
TOTAL	50	100

Tabela 2. Porcentagem de artigos científicos publicados sobre “Biodigestor”, analisados entre os anos de 2011 e 2020, de acordo com o eixo temático (n:50)

Eixo temático	Quantidade (n)	Porcentagem (%)
1. Uso do digestato como biofertilizante	12	24
2. Produção de biogás	11	22
3. Gestão e sanidade ambiental	7	14
4. Aspectos econômicos	6	12
5. Análise do processo de biodigestão empregando diversos substratos e/ou resíduos	6	12
6. Avaliação de microorganismos, inoculantes e tratamento do digestato	3	6
7. Educação ambiental e revisão de literatura	2	4
8. Modelagem matemática e projeto de biodigestor	3	6
TOTAL	50	100

Em relação ao uso do digestato como biofertilizante, verificou-se uma ampla variedade de objetivos nos estudos avaliados, exemplificados a seguir. Silva et al. (2012) realizaram a avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de análise da eficiência e aplicação como fertilizante agrícola e observaram que o efluente tratado possui quantidades variáveis de macro e micronutrientes e matéria orgânica, porém, afirmaram que essa variabilidade dificulta a aplicação dosada no solo.

Buscando verificar a influência da aplicação de biofertilizante resultante da produção de energia a partir de biomassa de milho na absorção de nutrientes por plantas de pera durante o ciclo de cultivo, e na qualidade dos frutos, Perazzoli et al. (2020)

Realização

Apoio



observaram que aplicação de biofertilizante aumentou a disponibilidade de N mineral, a biomassa e respiração microbianas, além disso, a aplicação de biofertilizante reduziu o teor de massa seca, de sólidos totais e de boro dos frutos. Assim os autores concluíram que o biofertilizante teve efeito positivo sobre a dinâmica do N mineral no solo e a microbiota edáfica, alterando o teor de nutrientes nas folhas, favorecendo a produção de frutos.

Sosa-Olivier e Laines-Canepa. (2020), afirmando que a digestão anaeróbia é uma tecnologia utilizada na degradação de resíduos orgânicos, com possibilidade de obtenção de produtos como biogás e o digestato, que possui concentrações significativas de nutrientes, apresentaram um processo de refino do digestato sólido a partir de um biodigestor alimentado com dejetos de ovelhas, em combinação com resíduos vegetais vermicompostados e concluíram que a co-digestão anaeróbica resulta em um digestato com melhor qualidade e rendimento na sua utilização e/ou comercialização.

Em referência à produção de biogás, também foi possível verificar diversas linhas de pesquisa, que envolveram desde resíduos hospitalares até resíduos vegetais e dejetos animais.

Considerando que a produção de biogás é um processo natural que ocorre espontaneamente em ambiente anaeróbio, realizado por microrganismos como parte do ciclo biológico da matéria orgânica, sabe-se que os biodigestores são sistemas projetados para otimizar a produção de biogás a partir de resíduos agrícolas, esterco ou efluentes industriais. Assim, em um estudo preliminar sobre a produção de biogás a partir de resíduos orgânicos gerados no Hospital de Clínicas (FCM-UNA), no Paraguai, os autores concluíram que os biodigestores permitem obter energia limpa e de baixo custo a partir de resíduos hospitalares (GIUBI; BERNAL; CAÑETE, 2019).

Sabendo que o biogás é uma tecnologia que possibilita a geração de energia através do processo de biodigestão anaeróbia empregando vegetais e/ou seus resíduos, Batista et al. (2019) avaliaram a produção de biogás a partir de batata-doce, em biodigestores anaeróbios de bancada e concluíram que a batata-doce é uma boa fonte de biomassa para a geração de energia.

Muitos trabalhos que abordaram sobre a produção de biogás, empregaram como

Realização



Apoio



substrato, dejetos de animais, como ovinos, suínos e bovinos. Assim, considerando que resíduos agropecuários representam um problema ambiental, Sarabia-Méndez et al. (2017) avaliaram a digestão anaeróbia de dejetos de ovinos e rúmen associado a lodo de esgoto e afirmaram que os mesmos podem ser utilizados adequadamente na co-digestão anaeróbica, podendo ser convertidos em energia.

Em outro estudo realizado com dejetos animais, Cancelier et al. (2015) avaliaram as condições operacionais que podem maximizar a produção do biogás a partir do uso de biodigestores utilizando dejetos de suínos em fase de terminação, e os resultados permitiram concluir que houve significativa redução no tempo de retenção hidráulica e maior produtividade de biogás com esse dejetos.

Ponderando que os diferentes sistemas de criação animal no modelo industrial promovem alterações físicas e químicas nas dejeções e que, na engorda de bovinos no modelo de confinamento para novilhos superprecoces, tem-se uma inversão na proporção entre volumoso (V) e concentrado (C), ou seja, os animais recebem quantidade inferior de volumoso quando comparado ao sistema tradicional de confinamento, o que implica modificações das dejeções e, conseqüentemente, no sistema de tratamento utilizado, Costa et al. (2013) determinaram os potenciais de produção de biogás em biodigestores de bancada operados no sistema batelada, alimentados com dejetos de novilhos superprecoces que receberam duas dietas diferenciadas pelas proporções entre volumoso e concentrado. Os pesquisadores observaram que o tratamento contendo os dejetos provenientes de animais alimentados com a dieta contendo 80% C + 20% V, sem a utilização de inóculo, apresentou o maior potencial de produção de biogás por kg de sólidos totais adicionados.

A porcentagem de periódicos com maior concentração de publicações relacionadas à temática “Biodigestor” está representada na Tabela 3. Observa-se que o periódico “Engenharia Agrícola”, uma revista nacional, publicada pela Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, deteve 12% das publicações, seguido do periódico Arnaldoa, uma revista Científica Latino-americana, editada pelo Museu de Historia Natural e Cultural da Universidade Privada Antenor Orrego, Trujillo, Peru, com 6%.

Realização

Apoio

Tabela 3. Periódicos científicos com maior porcentagem de artigos sobre “Biodigestor”, analisados entre os anos de 2011 e 2020 (n:50)

Periódico	Quantidade (n)	Porcentagem (%)
Engenharia Agrícola	6	12
Arnaldoa	3	6
Com somente 1 ou 2 artigos	41	82
TOTAL	50	100%

A revista Engenharia Agrícola ou *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*, é uma publicação da Associação Brasileira de Engenharia Agrícola que visa publicar artigos científicos, artigos técnicos e revisões bibliográficas a fim de fomentar a divulgação do conhecimento prático e científico na área de Engenharia Agrícola, se destacando principalmente na área de ciências agrárias. Atribui-se o fato do maior volume de artigos publicados sobre biodigestor nesse periódico em função do uso do digestato, oriundo do processo de biodigestão, apresentar a alternativa de ser empregado biofertilizante em diferentes culturas.

A Tabela 4 mostra a classificação dos periódicos científicos segundo critério Qualis, instituído pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundação do Ministério de Educação e Cultura (MEC), na área de Ciências Ambientais. Considerando esse critério de avaliação, foi possível verificar que a maioria (44%) dos artigos científicos sobre biodigestor selecionados neste estudo, são oriundos de periódicos científicos classificados em estratos superiores (A2 e B1), entretanto, nenhum artigo foi publicado em periódicos classificadas com estrato Qualis A1.

Tabela 4. Porcentagem de artigos científicos publicados sobre “Biodigestor”, analisados entre os anos de 2011 e 2020, de acordo com o estrato Qualis/ CAPES do periódico, na área de Ciências Ambientais.

Estrato Qualis	Quantidade (n)	Porcentagem (%)
A1	0	0
A2	4	8
B1	18	36
B2	1	2
B3	0	0
B4	0	0
B5	1	2
S/Q	26	52
TOTAL	50	100

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos verificou-se que a quantidade de publicações sobre o “Biodigestor” foi pequena durante os últimos 10 anos, contudo, a partir de 2019, as discussões aumentaram e versaram sobre diferentes eixos, destacando-se temas como o uso do digestato como biofertilizante e sobre a produção de biogás.

Os periódicos “Engenharia Agrícola” e “Arnaldoa” se destacaram com o maior número de publicações sobre o assunto, e também evidenciaram a qualidade das pesquisas, já que grande parte das publicações são oriundas de periódicos que apresentam Qualis/ CAPES superior.

Os resultados deste estudo evidenciaram que mais estudos devem ser conduzidos e divulgados sobre o tema, a fim de apoiar uma gestão de resíduos mais efetiva e o desenvolvimento sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI/UNICESUMAR) pelo apoio financeiro na forma de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

BATISTA, S. P; GUERRA, E.P; RESENDE, J.T.V; GUERI, M.V.D; CARVALHO, G.C; CRESTANI, J.N.S; SILVA, I.F.L. Potential for biogas generation from sweet potato genotypes. **Revista Ambiente & Água**, v.14, n.2, 2019.

BONGIOVANNI, R.; TUNINETTI, L. Huella de carbono y huella energética del etanol anhidro producido en una mini destilería “minidest” en origen. **RIA**, v. 47, n.º 2, 2021.

CANCELIER, A. SOTO, U.P.D; COSTELLI, M.C; LOPES, T.J; SILVA, A. Avaliação da produção de biogás de dejetos de suínos utilizando a metodologia de superfície de resposta. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v.20, n.2, p.209 – 217, 2015.

Realização

Apoio



COSTA, M.S. S.M. COSTA, L.A.M; LUCAS JUNIOR, J; PIVETTA, L.A. Potentials of biogas production from young bulls manure fed with different diets. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.6, p.1090 – 1098, 2013.

FAO. 2019. Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores. **Colección Documentos Técnicos**, n.12.p. 102, 2019.

GIUBI, J; BERNAL, M; CAÑETE, F. Producción de Biogás a partir de residuos orgánicos generados en el Hospital de Clínicas: Un estudio preliminar. **Anales de la Facultad de Ciencias Médicas (Asunción)**, v.52, n.3, p.53 – 58, 2019.

PERAZZOLI, B, E. PAULETTI, V; QUARTIERI, M; TOSELLI, M; GOTZ, L.F. Changes in leaf nutrient content and quality of pear fruits by biofertilizer application in northeastern Italy. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.42, n.1, 2020.

RÍO, C.B.D. Sobre la responsabilidad civil por cambio climático en Chile. **Acta Bioethica**, v.25, n.2, p.153-159, 2019.

SARABIA MÉNDEZ, M.A. LAINES CANEPA, J.R; SOSA OLIVIER, J.A; ESCALANTE ESPINOSA, E. Producción de biogás mediante codigestión anaerobia de excretas de borrego y rumen adicionadas con lodos procedentes de una planta de aguas residuales. **Rev. Int. Contam. Ambie.** v.33, n.1, p. 109-116, 2017.

SCHUBERT, A.; GLANZEL, W.; BRAUN, T. Scientometric datafiles: a comprehensive set of indicators on 2649 journals and 96 countries in all major science fields and subfields 1981-1985. **Scientometrics**, n.16, p. 3-478, 1989.

SILVA, W.T.L; NOVAES, A.P; KUROKI, V; MARTELLI, L.F.A; MAGNONI JÚNIOR, L. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbico para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. **Química Nova**, v.35, n.1, p.35-40, 2012.

SOSA-OLIVIER, J. A; LAINES-CANEPA, J. R. Refining of the solid fraction of sheep feces digestates from an anaerobic digester. **Ingeniería e Investigación**, v.40, n.2, p. 14-2, 2020.

YAMAGUCHI, B.U. Estudo cienciométrico sobre o setor de moda no Brasil. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.11 n.21; p. 3114, 2015.

Realização

Apoio