

Aplicação de biodigestores em áreas rurais e a perspectiva da sustentabilidade ambiental

Esse artigo tem como objetivo apresentar a funcionalidade, a aplicação de biodigestores em áreas rurais e seu impacto positivo na sustentabilidade. O biodigestor tem uma construção simples, o que facilita o manuseio e acompanhamento diário dos produtos resultantes, pois seu sistema operacional também é simples. Sua funcionalidade consiste em um equipamento que trabalha com a ausência de oxigênio - digestão anaeróbica, ocorrendo a decomposição da matéria orgânica, gerando biofertilizantes e biogás, onde, em sua produção, são utilizados insumos como: leite, caldo de cana e esterco. O biofertilizante é utilizado para fornecer nutrientes para plantas e auxiliar no controle de doenças nas áreas rurais, já o biogás é a principal fonte de geração de energia para as caldeiras, veículos e nos geradores que são utilizados em algumas propriedades. O reaproveitamento dos resíduos orgânicos que são poluidores ambientais de difícil descarte, juntamente com a utilização de biofertilizantes nas plantações e a transformação do biogás, aumentam a viabilidade econômica das propriedades rurais, com seu potencial ambiental, tornando esses fatores de alta utilização e viabilidade. Alguns dos modelos mais relevantes, é encontrado os biodigestores de modelo indiano e chinês. Ambos de modelos contínuos, entretanto, no modelo indiano utiliza-se uma campânula de ferro - gasômetro, sendo mais positivo para produtores pequenos, pois acaba ocorrendo o processo de corrosão na campânula e precisa de manutenção. O modelo tipo Chinês, tem como inspiração o modelo anterior, entretanto, é mais viável economicamente. Ele não utiliza campânula e seu sistema composto é por completo, somente de alvenaria. Dessa forma, se faz necessário entender os possíveis cenários presentes nas áreas rurais, para melhor funcionalidade e utilização dos recursos.

Palavras-chave: Biodigestores; Aplicações; Tipos de Biodigestores; Impacto Ambiental; Geração de Biogás.

Application of biodigesters in rural areas and an environmental sustainability perspective

This article aims to present the functionality, the application of biodigesters in rural areas and its positive impact on sustainability. The biodigester has a simple construction, which facilitates the daily handling and monitoring of the resulting products, as its operating system is also simple. Its functionality consists of an equipment that works with the absence of oxygen - anaerobic digestion, occurring the decomposition of organic matter, generating biofertilizers and biogas, where, in its production, inputs such as milk, cane juice and manure are used. The biofertilizer is used to provide nutrients to plants and help control diseases in rural areas, since biogas is the main source of power generation for boilers, vehicles and generators that are used in some properties. The reuse of organic waste that is difficult to dispose of, along with the use of biofertilizers in plantations and the transformation of biogas, increases the economic viability of rural properties, with their environmental potential, factors of high utilization and viability. Some of the most relevant models are the Indian and Chinese model biodigesters. Both of continuous models, however, in the Indian model is used an iron bell - gasometer, being more positive for small producers, because the process of corrosion in the bell and needs maintenance. The Chinese type of model is inspired by the previous model, however, is more economically viable. It does not use bell and its compound system is complete, only masonry. Thus, it is necessary to understand the possible scenarios present in rural areas, for better functionality and use of resources.

Keywords: Biodigesters; Applications; Types of Biodigesters; Environmental Impact; Biogas Generation.

Topic: Engenharia Química

Received: 05/02/2024

Approved: 23/05/2024

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Isabela Maria Valença de Melo 

Centro Universitário UniFavip, Brasil

<https://lattes.cnpq.br/8927725814014862>

<https://orcid.org/0009-0006-3087-6259>

isabelamvalencam@hotmail.com

Evandro de Souza Queiroz

Centro Universitário UniFavip, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3686272912938558>

eq.2020@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2318-3055.2024.001.0001

Referencing this:

MELO, I. M. V.; QUEIROZ, E. S.. Aplicação de biodigestores em áreas rurais e a perspectiva da sustentabilidade ambiental. **Engineering Sciences**, v.12, n.1, p.1-8, 2024. DOI:

<http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2024.001.0001>

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças globais enfrentadas pela sociedade atualmente, demandando a busca por soluções sustentáveis que possam mitigar os impactos ambientais. Nesse contexto, a agropecuária desempenha um papel fundamental, pois está intrinsecamente ligada à emissão de gases de efeito estufa, sendo responsável por uma parcela significativa das emissões totais (PIRES et al., 2015).

Entretanto, os resíduos agrícolas contribuem para o efeito estufa. A destinação dos resíduos agrícolas e dejetos animais é um grande problema enfrentado pelos agricultores, pelo efeito contaminante do solo e das águas de rios e lençóis freáticos e a biodigestão constitui uma alternativa viável para atender os requisitos ambientais e de saúde pública e, como exemplo, o homem produz 0,35 kg de dejetos por dia (NOGUEIRA et al., 2015).

Desta maneira, para Battini et al. (2014) “uma alternativa tecnológica promissora é a utilização de biodigestores, que consistem em câmaras herméticas capazes de realizar a digestão anaeróbica de biomassas, incluindo resíduos orgânicos da agricultura e dejetos animais”. Essa tecnologia desempenha um papel importante na redução das emissões de GEE, evitando a liberação de metano proveniente de fontes abertas, além de contribuir para a produção de energia limpa na forma de biogás e biofertilizantes (CHENG et al., 2022).

A biodigestão anaeróbia é o processo de decomposição de matéria orgânico submetidos a um ambiente de anaerobiose (ausência de oxigênio) gerando um composto constituído na sua maioria de metano e dióxido de carbono, mais conhecido como biogás e um resíduo líquido rico em minerais que pode ser utilizado como biofertilizantes (SANTOS, 2016).

A presença de biodigestores no espaço rural a fim de dar um destino adequado aos dejetos da pecuária evitando, por um lado, emissões de metano e a contaminação dos recursos naturais e, por outro, a melhoria da renda dos agricultores devido a geração de produtos como o biofertilizante (MARIN et al., 2016).

Esse trabalho, tem como finalidade mostrar a importância, a utilização e o funcionamento dos biodigestores de forma sustentável nas propriedades rurais. Nos últimos anos, temos enfrentado mudanças climáticas seríssimas, decorrente da poluição, desmatamento e queimadas, onde está colocando todos em risco; dos animais, as plantas. O objetivo da aplicação dos biodigestores em áreas rurais, é minimizar os impactos ambientais presentes, tanto no dia a dia, quanto no descarte de resto de plantação. Portanto, a reutilização desses recursos, geram não apenas produtos como o biogás e a biomassa, mas gera sustentabilidade.

METODOLOGIA

Esse estudo tem como finalidade, abordar uma discussão sobre a necessidade e a funcionalidade de biodigestores. Trata-se de uma revisão bibliográfica, onde, consiste em pesquisas de vários autores, sobre o tema abordado. Foi selecionado de 10 a 20 trabalhos específicos sobre o assunto presente, finalizando, em

8 trabalhos para melhor planejamento e abordagem.

Este trabalho trata de uma revisão da literatura realizado através do levantamento bibliográfico no banco dos dados da Google Acadêmico, Biblioteca Virtual e Minha Biblioteca (plataformas disponibilizadas pela UNIFAVIP WYDEN), SciELO (Scientific Electronic Library Oline, Diversitas Journal e Science Direct. Foi utilizando os seguintes descritores e sua combinação; biodigestores rurais, biodigestores e suas aplicações, sustentabilidade por meio de biodigestores, utilização de biodigestores em áreas rurais, construção de biodigestores, biogás e efeito estufa, gás metano em biodigestores. Foi utilizado como filtro artigos publicados entre 2010 e 2024 nos idiomas inglês e português.

Os critérios de elegibilidade foram: (i) passo a passo da construção dos biodigestores; (ii) aplicação de biodigestores em áreas rurais; (iii) tipos de biodigestores e seus materiais resultantes; (iv) sustentabilidade. Os principais critérios de exclusão foram: (i) estudos de casos em estados; (ii) casos sem referência; (iii) publicação em duplicata; (iv) trabalhos sem fundamentação teórica; (v) dados não disponíveis ou dados em inglês sem tradução disponível.

Foram comparados ambos os bancos de dados utilizados na pesquisa para retirar as duplicadas e os artigos finais foram analisados e lidos na íntegra e seus achados serão apresentados em forma de tabelas.

DISCUSSÃO TEÓRICA

Análise Ambiental: Dejetos Animais

Macintyre (2010) relata que animais que comem alimentos à base de hidratos de carbono e celulose (plantas, capim, milho, forragens e rações) proporcionam dejetos que constituem biomassas muito favoráveis ao processo bioquímico bacteriológico de produção de biogás. A tabela 1 mostra a estimativa da quantidade de dejetos produzidos por um animal adulto em um dia.

Tabela 1: Produção estimada de dejetos para animais adulto, a cada 24 horas.

Animal	Kg/dia
Bovino	8 a 14 kg
Suíno	2 a 2,5 kg
Aves	0,16 a 0,20 kg
Caprino	2,6 a 3,0 kg
Equino	8 a 10 kg
Pessoas	0,40 kg

Fonte: Adaptado de Macintyre (2010).

Biodigestores

Segundo Macintyre (2010), observamos que todo o processo bioquímico que se desenvolve nos biodigestores resulta de ações de várias categorias de bactérias anaeróbias, cada qual desempenhando uma operação bem definida. Podemos dividir o processo em três fases, sendo elas: Fase sólida, fase líquida e fase gasosa.

Fase Sólida: Nessa fase a biomassa ainda se encontra em estado sólido, embora possa já estar colocada na água. As bactérias fermentativas produzem enzimas que atuam sobre os complexos orgânicos da biomassa, provocando o craqueamento dos polímeros, lipídios, glicídios e protídeos, transformando-os,

respectivamente, em ácidos graxos, glicose e aminoácidos. Essas bactérias são numerosíssimas e proliferam com extraordinária rapidez.

Fase Líquida: A fase líquida ou formação ácida, entram em ação as bactérias acetogênicas, acidogênicas e propionogênicas, transformando os monômeros citados em ácido acético, ácido orgânico e ácido propiônico.

Fase Gasosa: Na fase gasosa ou fermentação mecânica, as chamadas bactérias metanogênicas atuam sobre os ácidos orgânicos formados na fase anterior e produzem metano e gás carbônico, isto é, os componentes principais do biogás.

Tipos/Aplicações

Geralmente os biodigestores são construídos adaptando às necessidades locais, sendo que os tipos de biodigestores mais encontrados na literatura são: o Modelo Indiano, Chinês e Canadense (GASPAR, 2003).

As diferenças entre os modelos indiano e chinês de biodigestores não são expressivas. O detalhe mais significativo refere-se à cúpula do gasômetro, região onde fica armazenado o biogás gerado pela fermentação. O biodigestor indiano tem uma cúpula móvel, de metal; e o chinês, uma cúpula fixa de alvenaria (BARRERA, 2011).

O modelo Indiano é caracterizado por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em um selo de água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. A parede divisória tem a função de fazer com que a matéria circule por todo o interior do sistema de fermentação (DEGANUTTI et al., 2002).

Dessa forma, segundo Barrera (2011), a cúpula vai subindo em torno de uma guia de metal, à medida que se enche de biogás. Esta cúpula funciona como um verdadeiro gasômetro, já que, pelo seu próprio peso, acaba imprimindo uma certa compressão ao gás estocado. Esta compressão pode ser aumentada por meio de fixação de pesos especiais na cúpula de metal. A figura 1 mostra o modelo indiano, e seus componentes. Define-se o modelo Chinês por possuir uma câmara cilíndrica para fermentação com o teto em forma de abóbada, onde o biogás fica retido (TURDERA et al., 2004).

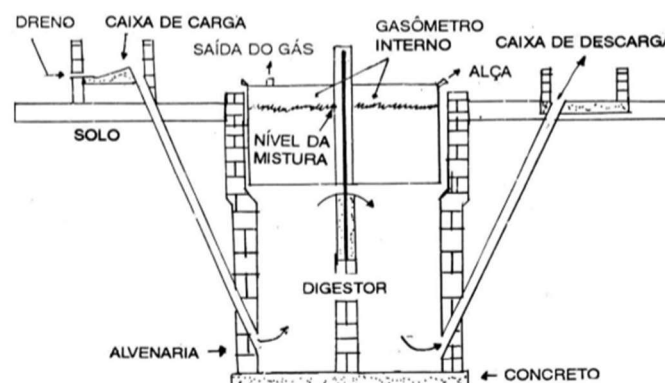


Figura 1: Biodigestor de Modelo Indiano. Fonte: Barrera (2011).

Matéria Resultante: Biogás

A biomassa é o produto de degradação do biogás, sob atividades biológicas diversas no processo

anaeróbico. O gás é constituído, por metano e gás carbônico. O biogás é o produto da degradação de biomassa sob diversas atividades biológicas em processo anaeróbio. O gás é constituído, principalmente, por 2 gases que também são responsáveis pelo efeito estufa: o gás metano que é oriundo da decomposição de matéria orgânica e o gás carbônico que é oriundo nas atividades humanas. Esses gases representam numa proporção média de 70% e 25%, respectivamente. Na Tabela 2, é apresentado o biogás em valores equivalentes a outros combustíveis, já na Tabela 3, um comparativo da produção de biogás por espécie animal, considerando 300 animais/dia (bovinos, suínos ou aves).

Tabela 2: Comparativo da capacidade energética de 1 m³ de biogás com outros combustíveis.

1 m ³ De Biogás Equivale À:	
COMBUSTÍVEIS	QUANTIDADE
Gasolina	0,6131
Querosene	0,5791
Óleo diesel	0,5531
Gás de cozinha	0,4541
Álcool hidratado	0,7901
Eletricidade	1,428 kWh

Fonte: adaptado de Barrera (2011).

Tabela 3: Utilização de resíduos pecuários na produção de biogás.

Espécie pecuária	Unidade de Referência	Produção diária (m ³ /animal/dia)	Produção de biogás/dia (m ³)	Produção de biogás/ano (m ³)	kWh/dia (quilowatt-hora)	kWh/ano
Suínos	Porca reprodutora em ciclo fechado	0,866	259,80	94.827,0	174,06	63.534,09
	Porca reprodutora em criação de leitões	0,933	279,9	10.216,30	187,53	68.449,54
	Porca em exploração de engorda	0,799	239,7	87.490,5	160,59	58.618,63
Bovinos	Vaca leiteira com 600 kg de peso vivo	0,980	294	107.310,0	196,98	71.897,70
	Bezerro até 150 kg de peso vivo	0,294	88,2	32.193,0	59,09	21.569,31
	Bovino engorda entre 120 e 520 kg de peso vivo	0,292	87,6	31.974,0	58,69	21.422,58
Aves	Galinha poedeira em baterias (2 kg)	0,010 - 0,017	4,05	1.478,3	2,71	990,42
	Frango engorda (1,5 kg)	0,001 - 0,002	0,45	164,3	0,30	110,04

Fonte: adaptado de Santos (2000).

O biogás é um combustível gasoso com um conteúdo energético elevado semelhante ao gás natural, composto, principalmente, por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear. Pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, contribuindo para a redução dos custos de produção. O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização dos resíduos é o grande desafio para as regiões com alta concentração de produção agropecuária, em especial suína e aves (OLIVEIRA et al., 2006).

Segundo Barrera (2011), o biodigestor é genial por sua simplicidade, sendo composto, basicamente, por uma câmara fechada que permite a digestão da biomassa, a qual ocorre em função da presença de um grupo de bactérias anaeróbicas, responsáveis pelo processo de fermentação e decomposição dos efluentes, a fim de produzir biogás e digestato.

Soares (2010), explica que o biogás é um tipo de mistura gasosa de dióxido de carbono e metano, cuja estrutura está representada na Figura 2, produzido naturalmente em meio anaeróbico pela ação de

bactérias em matérias orgânicas, que são fermentadas dentro de um determinado limite de temperatura, teor de umidade e acidez, que na verdade é o resultado de vários fatores da reação das matérias orgânicas.

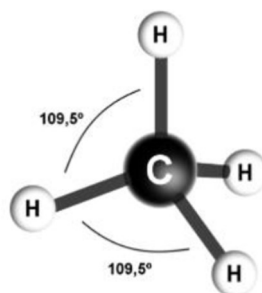


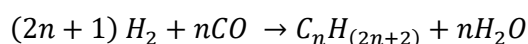
Figura 2: Representação da fórmula estrutural do metano. Fonte: Miki (2018).

A presença acentuada de metano e dióxido de carbono no biogás torna este biocombustível muito atrativo do ponto de vista ambiental para ser aplicado em processos para a geração de energia, uma vez que o CH₄ e o CO₂ são gases de efeito estufa e com isso ocorre uma diminuição potencial de poluição causada ao ambiente (COELHO et al., 2006).

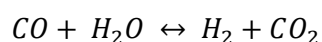
Coelho et. al., (2006) destaca que um problema na produção do biogás é a presença do sulfeto de hidrogênio (H₂S) neste biocombustível. O H₂S é componente indesejável que por ser corrosivo e em contato com água pode danificar equipamentos e demais acessórios usados no processo para obtenção de energia.

O gás de síntese é uma mistura gasosa formada, principalmente, por hidrogênio (H₂) e monóxido de carbono (CO). Pode ser obtido por processos de conversão indireta do gás natural, ou seja, o metano é convertido em gás de síntese por meio de reforma a vapor, reforma a seco, oxidação parcial ou com processos combinados, como a reforma auto térmica do metano. Pode ser obtido também por meio da gaseificação que é a conversão de combustíveis sólidos ou líquidos pesados ricos em carbono em uma mistura gasosa quando submetidos a altas temperaturas (MACIEL, 2007; FUKUROSAKI, 2011).

Maciel (2007) apresenta que a partir do gás de síntese podem ser produzidos hidrocarbonetos líquidos por meio da síntese de Fischer-Tropsch, reação demonstrada abaixo, os quais geram hidrocarbonetos lineares de pesos moleculares variados, que são combustíveis (gasolina, querosene, metanol, etanol, hidrogênio, dentre outros) com baixo potencial poluidor, devido à baixa concentração de enxofre e aromáticos.



Uma reação secundária de grande importância neste processo é a reação de deslocamento gás-água, que proporciona aumento na obtenção de H₂ quando desejável (SCHULZ, 1999). Abaixo tem-se a reação de deslocamento gás-água.



CONCLUSÕES

Nos últimos anos, o mundo vem sofrendo com problemas de cunho ambiental, entre eles a degradação ambiental, trazendo à tona alguns pontos de discussão, como: poluição do ar, solo e água; perda dos solos; desmatamento e perda da biodiversidade. Esses eventos de cunho ambiental, deixam claro a

necessidade da implantação de medidas sustentáveis, que permitam a renovação de fontes de energia. Uma das formas, de findar esses impactos, é intensificando a utilização do tratamento dos resíduos em áreas rurais, para minimizar a contaminação dos solos, das águas e do ar.

O crescimento da atividade econômica responsável pelo plantio e cultivo de terra, a criação de animais, isto é, agricultura e a pecuária, tem buscado constantemente soluções que permitam o tratamento dos resíduos, com finalidade de desacelerar a degradação ambiental e conseqüentemente, aumentar o bem-estar social e econômico das propriedades rurais.

A utilização de biodigestores em áreas rurais, traz impactos tanto econômico, quanto impactos ambientais, pelos seus pontos positivos em relação a formação de subprodutos como: biofertilizante e biogás, possibilitando retornos econômicos e reduzindo poluentes.

Baseado em pesquisas, pode-se observar a escassez de fontes renováveis de energia. O biodigestor é uma alternativa sustentável, que tem como finalidade minimizar os impactos causados por meio dos dejetos animais, dejetos humanos, contaminação do solo e rios, em áreas rurais. Sua utilização gera inúmeras melhorias e representa soluções eficazes, como o biofertilizante, o biogás e a biomassa, que são gerados e utilizados.

Ao fim desse estudo, é possível identificar as formas de aplicações dos biodigestores como alternativa, tanto para cessar problemas de gerenciamento de descarte e resíduos, quanto, analisar periodicamente as necessidades de cada área rural de acordo com sua produção. Devido a cada necessidade individual dessas propriedades, o trabalho apresenta os tipos de biodigestores e suas alternativas de aplicação, mostrando seu baixo custo de manutenção e construção, portanto, os biodigestores apresentam alternativas produtivas e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. L. H.; PAULA, J. E.; **Madeiras nativas, anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Fundação Mokiti Okada: MOA, 1997.

AGUIAR, M.; SCHAFFNER, R. A.; FORTES, A. M.; ALVES, H. J.. Síntese de Catalisadores de níquel suportados em SI-MCM-41 a partir de diferentes fontes de sílica e sua aplicação na reforma a seco do metano para produção de gás de síntese. **Revista Brasileira de Energia Renováveis**, v.7. n.3, 2018.

BARREIRA, P.. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. 3 ed. São Paulo: Ícone, 2011.

BATTINI, F.; AGOSTINI, A.; BOULAMANTI, A.K.; GIUNTOLI, J.; AMADUCCI, S.. Mitigating the environmental impacts of milk production via anaerobic digestion of manure: case study of a dairy farm in the Po Valley. **Science of the Total Environment**, v.481, p.196-208, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.038>

CHENG, M.; MCCARL, B.; FEI, C.. Climate change and livestock production: a literature review. **Atmosphere**, v.13, p.140-159, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos13010140>

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.. **Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora**. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.19, p.51-60, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019010000171>

COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. S.; PECORA, V.; ABREU, F. C.. Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL. **Anais**. 2006.

GONÇALVES, A. C. R.. **A potencialidade de outros substratos para a digestão anaeróbica**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1982.

MARIN, M. Z.; BLEY JUNIOR, C. J.; GONZALES, R. H. A.. Espaços rurais: além dos alimentos, a vocação energética. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.34, n.3, p.63-80, 2016.

MACIEL, L. J. L.. **Produção de gás de síntese por tri-reforma do metano em reator de leito fixo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

MIKI, R. E.. Biometano produzido a partir de biogás de ETEs e seu uso como combustível veicular. **Revista DAE**, v.66,

n.209, 2018.

NASCIMENTO, E. P.. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, v.74, n.26, p.51-64, 2012. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100005>

NOGUEIRA, R. E. G.; DAMIN, S.; MAGGI, M. F.; LIMA, A. S.; JADOSKI, S. O.. Disposal of solid waste from livestock activities and risks of environmental pollution in the community of the city of Cascavel – Paraná. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v.8, n.3, p.93-101, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.5935/PAeT.V8.N3.11>

OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M.. A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v.183, p.231-250, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.162>

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M.. **Geração e Utilização de Biogás em Unidades de Produção de Suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

PIRES, M. V.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S. M.; COSTA, M. H.. Eficiência no uso de nitrogênio, emissões de óxido nitroso e produção de cereais no Brasil: tendências atuais e previsões.

PLoS ONE, v.10, n.8, e.0135234, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135234>

SANTOS, E. L.; BARBOSA, J. H.; MELO, M. J.; PEREIRA JUNIOR,

D. A.; MEDEIROS, C. S.; SANTOS, I. V. V. S.. Uma alternativa energética e ambientalmente sustentável ao agricultor familiar: dia de campo sobre biodigestores rurais. **Diversitas Journal**, v.2, n.1, p.32-38, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v2i4.489>

SANTOS, I. V. V. S.. **Biodigestão anaeróbia dos resíduos da agroindústria de citros em consórcio com dejetos de suínos**. Dissertação (Mestrado Profissional em Energia da Biomassa) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2016.

SANTOS, P.. **Guia Técnico de Biogás**. Amadora: CCE/AGEEN, 2000.

SOARES, R. C.; SILVA, S. R. C. M.. **Evolução Histórica do Uso de Biogás como Combustível**. Cuiabá: IFT, 2010.

SEIXAS, J.; FOLLE, S. M.; MARCHETTI, D.. **Construção e funcionamento de biodigestores**. Planaltina: Embrapa/CPAC, 1981.

SHIKIDA, P. F. A.; JUNGES, D. M.; KLEINSCHMITT, S. C.; SILVA, J. R.. Análise econômico-financeira da implantação de biodigestores no município de Toledo – Paraná. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46. **Anais**. Rio Branco, 2008. DOI:

<http://dx.doi.org/10.5380/re.v35i1.17074>

SCHULZ, H.. **Catálise Aplicada A**: Geral. Science Direct, v.186, p.3-12, 1999.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.