

# POTENCIAL DO BIOGÁS COMO FONTE SUSTENTÁVEL DE ENERGIA EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS

Rodrigo Barretto Inareli Maldonado<sup>1</sup>, Cristiane Natalina de Jesus Brasileiro<sup>2</sup>,  
Mirina Luiza Myczkowski Gomes<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Discente do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio / rodrigo.maldonado@fatec.sp.gov.br

<sup>2</sup>Discente do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio / cristiane.brasiliano@fatec.sp.gov.br

<sup>3</sup>Docente do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio / mirina.gomes@fatec.sp.gov.br

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi demonstrar que o uso de biodigestores pode aumentar a sustentabilidade de pequenas propriedades rurais trazendo muitos benefícios aos processos produtivos. O desenvolvimento desta pesquisa foi realizado por meio de revisão bibliográfica, baseada em materiais já elaborados em publicações científicas, para ter embasamento teórico de discussão do tema proposto. Do ponto de vista ambiental, os biodigestores oferecem uma forma de processar adequadamente os resíduos orgânicos, reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e travar as alterações climáticas. A introdução de biodigestores permite que os resíduos orgânicos, incluindo os dejetos animais, sejam adequadamente descartados e que o metano gerado no processo seja convertido em biogás, que é uma fonte de energia renovável. Isto reduz significativamente as emissões de gases com efeito de estufa. Esses pontos de vista, além do econômico e social, devem ser levados em consideração na avaliação da viabilidade econômica dos biodigestores. Socialmente, os biodegradantes podem elevar a sustentabilidade, melhoria da qualidade de vida e reduzir o abandono da terra. Entretanto, é importante garantir um acesso justo e inclusivo a estas tecnologias, fornecendo apoio técnico, formação e financiamento adequados, especialmente às comunidades rurais desfavorecidas.

**Palavras-chave:** biogás; desenvolvimento sustentável; agricultura familiar

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar pode ser definida como um modo de produção agrícola, silvicultura, pesca, pecuária e aquicultura que administra e opera para uma família e que depende predominantemente de trabalho familiar, incluindo homens e mulheres. A família e exploração estão ligados, eles evoluem juntos e eles combinam funções econômicas, ambiental, social e cultural (FAO, 2018).

Estudos mostram que a introdução do biodigestor colabora para a sobrevivência dos agricultores familiares do campo, sendo uma opção para aumentar o valor agregado da renda familiar e um caminho para o progresso rural e a proteção ambiental. (BARICHELLO et al., 2015).

A energia do biogás pode ser convertida em energia elétrica ou térmica, gerando economia, renda e sustentabilidade, reduzindo a emissão de gases do efeito estufa e reduzindo a pressão do desmatamento de biomas. O uso de biofertilizantes em substituição aos fertilizantes de origens fósseis e redução do uso de produtos fitossanitários, tornam essa atividade mais sustentável, além de reduzir custos com esses insumos. (PRACIANO, 2020)

O objetivo deste trabalho foi demonstrar que o uso de biodigestores pode aumentar a sustentabilidade de pequenas propriedades rurais trazendo muitos benefícios aos processos produtivos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Importância de utilização de biodigestores no Agronegócio

Em tempos de crise energética, estudos de fontes alternativas de energia são imprescindíveis. O biogás é uma energia renovável gerada a partir da fermentação anaeróbica de matéria orgânica, que pode ser convertida em energia térmica e elétrica (BALDINELLI; BARELLI; BIDINI, 2017 apud PRACIANO, 2020)

Além de gerar energia, o biogás reduz a emissão de gases do efeito estufa e promove o saneamento rural, evitando a contaminação do solo e de aquíferos através do correto manejo dos dejetos dos animais de produção (AUBURGER; PETIG; BAHRS, 2017 apud PRACIANO, 2020)

Abiogás (2024) calcula que o potencial de produção de biogás no Brasil é de 120 milhões de m<sup>3</sup>/dia, de modo que se passou a denominar esse potencial de “pré-sal caipira”. No entanto, é amplamente reconhecido o potencial não explorado de produção do biogás no Brasil. No País, a produção de energia renovável é ampla: a matriz energética brasileira é uma das mais renováveis do mundo.

Biodigestores são de maneira simples, equipamentos que transformam a matéria orgânica em gás inflamável (biogás), podendo ser utilizados para diversas destinações, como em substituição ao gás de cozinha (GLP) (MATTOS & FARIAS, 2011).

Segundo Praciano (2020) o biogás pode substituir o uso do gás de cozinha (GLP - Gás Liquefeito de Petróleo), que é um combustível de origens fósseis e possui elevado custo, principalmente para o agricultor familiar. Essa substituição, reduz custos e contribui para a renda dessas famílias, além de ser uma alternativa sustentável, por se tratar de uma fonte de energia limpa e renovável. A maior disponibilidade de gás, permite que agricultoras agreguem maior valor aos produtos agrícolas, tais como, doces, pães e bolos, gerando novas fontes de renda.

O biogás, produto resultante do processo de biodigestão anaeróbia da biomassa, é inflamável em função da quantidade de metano que possui, habilitando-o, assim, também para uso como combustível em turbinas e motores a explosão e, se for acoplado a estes um gerador, pode-se produzir energia elétrica, sendo que seu poder calorífico usual varia entre 5.000 e 7.000 kcal por m<sup>3</sup>, podendo chegar até 12.000 kcal quando purificado (CASAGRANDE, 2003).

Da cana-de-açúcar (da qual se extrai açúcar e álcool) e da soja (óleo vegetal), é possível produzir também, respectivamente, etanol e biodiesel, outros dois biocombustíveis, como o biogás. Outros óleos vegetais também podem ser utilizados (do dendê, da canola e do girassol, por exemplo), mas são menos comuns no Brasil. As usinas de biogás que digerem estrume são categorizadas como usinas de biogás agrícola e geralmente co-digerem estrume e outros resíduos orgânicos adequados, muitos deles de origem agrícola também (SILVA, 2022).

O uso biogás também pode ser aplicado nas atividades da pecuária, proporcionando conforto térmico através do aquecimento térmico de aves e suínos. O biofertilizante é um subproduto do processo de geração de biogás, a água e os dejetos utilizados para a produção do bicomcombustível após serem digeridos ainda possuem consideráveis concentrações de nutrientes, que podem ser aproveitados para nutrição de solos em substituição aos fertilizantes minerais. O biofertilizante passou por uma análise química para aferir as concentrações de macronutrientes, pH e condutividade elétrica. (PRACIANO, 2020)

O manejo correto de resíduos animais contribui para que o excesso de nutrientes no solo (proveniente dos resíduos de animais) seja redistribuído e sua reciclagem, otimizada, de modo a preservar o solo e lençóis freáticos. Do contrário, a poluição de rios, lagos e mananciais, por chorume ou pelo produto da degradação dos resíduos, contribui não só para o agravamento da saúde de populações locais, mas também para o efeito estufa, já que a decomposição desse material orgânico gera gás metano. (MATRIAS E SILVA, 2023)

Segundo Praciano (2020) o uso de biodigestores pode contribuir de diversas formas com o setor agrícola. Tendo em vista que nesse setor a matéria prima principal é a matéria orgânica, seja ela vegetal ou animal. O uso de biodigestores torna algo que poderia se tornar um problema, em solução, como é o caso dos dejetos e efluentes da suinocultura, gerando renda e desenvolvimento a partir de um material rejeitado e sem valor comercial. A digestão anaeróbica desses materiais promove saneamento rural, evitando a contaminação de solos e aquíferos, redução da proliferação de insetos, que causam doenças nos animais, como é o caso das moscas que causam a miíase.

No tocante a dimensão social, os benefícios de utilização do biodigestor apontados pela literatura apontam a melhoria da qualidade de vida, principalmente para as mulheres e crianças, a redução do exôdo rural, promovendo a permanência na família no campo e ainda a utilização do biogás como substituto para o gás de cozinha (gás GLP) (BARICHELLO et al., 2015;).

Segundo Medeiros e Lopes (2006), os biofertilizantes possuem compostos bioativos, resultantes da biodigestão de compostos orgânicos, neles são encontradas células vivas ou latentes de microrganismos, tais como bactérias, leveduras, algas e fungos, além de metabólitos e quelatos organominerais. Essa composição torna o biofertilizante eficaz no controle de pragas e doenças de plantas, através de efeitos fungistáticos, bacteriostáticos e repelente sobre insetos como pulgões e mosca-das-frutas.

A bioenergia consiste na geração de energias térmica e elétrica a partir de biomassa – isto é, trata-se da conversão de resíduos orgânicos, como dejetos animais, vegetais e de esgoto em energia renovável. O foco aqui está nesse tipo de produção energética no contexto rural: a agroenergia (MATRIAS E SILVA, 2023)

Pela tecnologia disponível para a produção de biogás, ele pode ser produzido em grande, média e pequena escalas. A geração distribuída em pequena escala tem também a vantagem de promover maior autonomia energética regional e menores impactos ambientais. É importante ressaltar também que um subproduto dessa produção é o biofertilizante, central para a redução do uso de insumos químicos que contribuem para a geração de GEE (MATHIAS, 2014 apud MATRIAS E SILVA, 2023).

A utilização da energia obtida através de unidades geradoras de biomassa residual, de forma descentralizada, por geração distribuída e com o emprego dos biodigestores, pode representar ao agronegócio e à agricultura familiar ampla autonomia energética, além da sustentabilidade econômica e ambiental (BLEY JR., 2008).

Existe a possibilidade, em casos de grande disponibilidade de biogás, que parte da energia produzida além de ser utilizada na própria propriedade, possa ser vendida às concessionárias distribuidoras de energia elétrica, produzindo um novo faturamento em uma propriedade diversificada (MENDONÇA, 2009).

Em 2017, o Brasil importou 29,4 milhões de m<sup>3</sup>/dia de gás natural. Portanto, se todo o potencial de produção de biogás dos estabelecimentos familiares pecuários fosse explorado, as necessidades de importação do País seriam atendidas (BOLETIM ANUAL..., 2018).

Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023) revelam que 83% da geração de energia no Brasil em 2019 veio de fontes renováveis, sendo a média global de apenas 25%. Ainda assim, no Brasil a emissão de gases de efeito estufa é significativa, com parcela considerável proveniente das atividades agrícolas. Dessa forma, o incentivo à produção de biogás tem a capacidade de reverter esse quadro não só por promover uma gestão correta de resíduos, mas também por oferecer uma fonte de energia renovável capaz de substituir o uso de GLP e por permitir a produção de biofertilizante – que ameniza a liberação de óxido nitroso proveniente do uso de fertilizantes nitrogenados.

Apesar do potencial de desenvolvimento de uma indústria de biogás no Brasil, existem muitos desafios. A experiência internacional mostra a importância da participação governamental, tanto por incentivos financeiros quanto em relação ao

enquadramento jurídico, além do incentivo ao desenvolvimento de plantas de biogás rurais de pequena escala (MATHIAS & MATHIAS, 2015 apud MATHIAS e SILVA, 2023).

## **2.2. Uso de biodigestores como alternativa para o desenvolvimento sustentável em pequenas propriedades**

A FAO (2014) ressalta que o desenvolvimento bem-sucedido da agricultura familiar tornar-se-á mais produtivo e sustentável por meio das políticas públicas de apoio, pelas inovações dentro de um sistema que reconheça sua diversidade e complexidade.

Soares (2018) diz que para impulsionar este desenvolvimento que abrange as questões socioeconômico-ambiental as tecnologias devem contribuir mediante o aproveitamento ótimo dos recursos. Isso não engloba apenas a agricultura de altos insumos, mas também os agricultores familiares necessitam enquadrar-se a este novo conceito, bem como atender novas exigências de certificações de qualidade ambiental do mercado.

Ainda segundo o mesmo autor, este modelo de desenvolvimento que procura ser ambientalmente adequado, socialmente justo e economicamente viável, deve buscar a autonomia e não a dependência. Diante disso, o aproveitamento da biomassa para a geração de energia no meio rural através da obtenção do biogás é uma alternativa que vem se mostrando muito promissora.

O fortalecimento e a expansão do uso da biomassa pelos pequenos agricultores são desejáveis no Brasil atual porque, além de diversificar a matriz energética e beneficiar o meio ambiente – pois a energia da biomassa tem origem em dejetos de animais, bagaços de frutas e outras substâncias orgânicas que seriam consideradas “lixo” –, gera renda para grupos vulneráveis socialmente. (MATHIAS e SILVA, 2023).

O biodigestor nada mais é do que uma estrutura, a qual foi projetada e construída com o objetivo de produzir a situação mais favorável possível para ocorrer a degradação, de forma acelerada, da biomassa sem contato com o ar (MACHADO, 2011).

Segundo Lucas JR. e Santos (2000), biodigestores fáceis de serem operados, manejados e que possuem custos reduzidos, ganham cada dia mais visibilidade. A fórmula para o desenvolvimento e processo apropriados consiste na adoção do biodigestor adequado para a quantidade e tipo de resíduo presente em uma propriedade.

Segundo Praciano (2020) a geração de biogás a partir dos dejetos de suínos além de atender total ou parcialmente a demanda energética do setor também promove o saneamento rural, visto que os dejetos da suinocultura possuem elevado potencial poluidor, prejudicando a qualidade os aquíferos e solos. O uso de biodigestores é uma alternativa viável para o correto manejo dos dejetos suínos e dessa forma atendendo as exigências de leis ambientais municipais, estaduais e/ou federais e reduzindo os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto dos dejetos.

A biomassa, se tratada, produz biogás que pode proporcionar autonomia energética de produtores rurais, contribuir para a redução do efeito estufa, bem como o uso do biodigestor promove o saneamento rural e ainda permite a obtenção do biofertilizante, empregado como adubo orgânico em substituição aos químicos, além de cooperar para criar possibilidades de permanência de trabalhadores no meio rural, contribuindo para sua saúde, bem-estar, satisfação, economia, entre outros (MONTEIRO, 2009)

A literatura evidencia que as iniciativas de produção de biogás no Brasil são incipientes e isoladas. Na verdade, as energias renováveis em geral ainda são entendidas como “alternativas”, conferindo a elas um aspecto subalterno, para diferenciar as demais fontes da ainda considerada a mais nobre das renováveis, a hidrelétrica (BLEY JÚNIOR et al., 2009).

O biogás produzido pode promover não só a autonomia energética de diversos produtores rurais, mas seu uso contribui para a diminuição do efeito estufa, bem como a atividade do biodigestor promove o saneamento rural, minimizando a poluição e conservando os recursos hídrico, além da possibilidade da utilização do biofertilizante como adubo orgânico (SOUZA e CAMPOS, 2007).

Ademais, Leff (2010) compreende que para se atingir o desenvolvimento com bases sustentáveis é fundamental um processo de desconstrução da ideologia e da

racionalidade do atual modelo de produção, permitindo a abertura de caminhos a uma sociedade fundamentada na produtividade ecológica, democracia, respeito e diferença.

Resíduos animais mal gerenciados podem ter consequências graves para o meio ambiente, como problemas de odor, atração de insetos e outras pragas, contaminação de águas subterrâneas, deterioração da estrutura biológica da terra e derramamentos catastróficos. Por isso, em áreas de produção animal intensiva, é necessário o devido manejo de resíduos para que o excesso de nutrientes seja redistribuído, e sua reciclagem, otimizada. Essa biomassa agrícola – não só dejetos animais, mas também bagaço de frutas, por exemplo – é a fonte de produção do biogás. Por isso, a produção de biogás é um caminho essencial para mitigar a emissão de GEE numa fonte central de emissões no contexto brasileiro: agricultura e pecuária. (MATHIAS e SILVA, 2023).

O biofertilizante como resultado de saída do uso de biodigestores se apresenta como benéfico para as propriedades no que tange a geração de renda e diminuição dos custos da propriedade como alternativa para substituição do uso de adução química (SILVA & CIRANI, 2016).

A literatura apresenta o biodigestor para uso em propriedades da agricultura familiar, principalmente em substituição ao gás GLP com a utilização do biogás para cozinhar. Em algumas pequenas propriedades, a lenha é utilizada no cozimento dos alimentos. Portanto, o biogás apresenta benefícios econômicos, ambientais e financeiros para as famílias, uma vez que economiza o tempo na coleta da lenha, preservando o meio ambiente, pois não há mais o corte de árvores para uso de lenha, e reduzindo gastos para cozinhar (GARFI et al., 2016).

Transformar o potencial de geração em produção de biogás efetiva envolve uma agenda governamental e instrumentos de políticas apropriadas. Como sugestão para o desenho de políticas públicas que busquem a proposição de sistemas de biogás, vale destacar que a falta de coordenação de políticas públicas é um dos grandes problemas identificados na literatura. Um programa que proporcione o desenvolvimento de sistemas de biogás no Brasil requer um esforço de coordenação de políticas que passe por uma ação conjunta interministerial (Ministério da Agricultura, Ministério de Minas e Energia e Ministério do Desenvolvimento Agrário e

Agricultura Familiar), além de instituições e agências como ANP, Embrapa, Ater/Emater e Abiogas, e o esforço das unidades subnacionais, distribuidoras de energia. O papel das instituições financeiras, notadamente o BNDES, parece importante para a concessão de linhas de crédito sob condições especiais para a agricultura familiar. MATHIAS e SILVA, 2023).

A agricultura familiar é vista como parte fundamental para o desenvolvimento pleno e equitativo do país, no que tange a oportunidade de trabalho, produção de alimentos, fortalecimento e resgate da cultura e biodiversidade, ainda que enfrente inúmeras dificuldades (GREGOLIN, 2016).

Gera-se, diariamente, expressiva quantidade de resíduos orgânicos dos estabelecimentos de animais confinados e estes na maioria das vezes são dispersos no ambiente, atingindo redes hídricas, ainda carregados de substâncias contaminantes. Ainda, por se tratar de compostos com micro e macronutrientes, propiciam um recinto que oferece abrigo, temperatura e água, preferido por diversos vetores associados à transmissão de zoonoses, além de inúmeras doenças (AMARAL et al., 2004).

As práticas do setor encontram dificuldades para custear o tratamento de seus impactos ambientais, comprometendo a permanência da atividade e ocorrendo sua inviabilidade quando não atende as normas da legislação atual. Entretanto, buscar receitas novas e não operacionais, como a produção de energia elétrica e obtenção de certificados por redução de emissões de gases promotores do efeito estufa, representam possibilidades e oportunidades de suprir esta demanda por cobertura dos custos e investimentos em tratamentos ambientais (PECORA et al., 2008 apud SOARES, 2018).

Porém, este novo modelo de desenvolvimento rural sustentável é uma meta a ser alcançada a curto, médio e longo prazos, e demandará, sobretudo, uma quebra de paradigmas por contrariar interesses e dependerá especialmente da capacidade de transformar conceitos em fatos que afetem a qualidade de vida da sociedade e suas futuras gerações. (SOARES, 2018).

### 3 METODOLOGIA

O desenvolvimento desta pesquisa foi realizado por meio de revisão bibliográfica, baseada em materiais já elaborados em publicações científicas, para ter embasamento teórico de discussão do tema proposto. Este trabalho está inserido no projeto de pesquisa em regime de jornada integral da Professora Dr<sup>a</sup>. Mirina Luiza Myczkowski, na Faculdade de Tecnologia de Mococa que visa o estudo sobre a agricultura familiar no município de Mococa – SP e região.

### 4 DISCUSSÃO

O aspecto econômico, além do ambiental, justifica esforços para o aproveitamento de energia da biomassa residual. Esta energia pode ser utilizada para auto abastecimento e também vendida para o setor elétrico, o qual a reconhece oficialmente (BLEY JR., 2007).

O emprego dos biodigestores oportuniza diversas vantagens ao ecossistema, tendo foco na atenuação das segregações dos gases de efeito estufa. As consequências da investigação evidenciam que os biodigestores têm segmento significativo no abrandamento das alterações climáticas e na ascensão de práticas sustentáveis na agricultura e na pecuária.

O Brasil tem grande potencial para o aproveitamento do biogás gerado pelo tratamento da biomassa resultante das atividades agropecuárias. A utilização de biodigestores deve ser considerada como uma peça relevante no processo de adequação destas atividades, pois seu produto, o biogás, é uma fonte de energia renovável, com vantagens ambientais, sociais e econômicas significativas. (SOARES, 2018).

Praciano (2020) sugere que o uso de biodigestores para a geração de biogás a partir dos dejetos dos animais de produção possa melhorar significativamente a vida dos agricultores, através da geração de renda, desenvolvimento de novas atividades que agreguem maior valor à produção agrícola e mitigação dos impactos ambientais gerados por essas atividades agrícolas.

Na agricultura familiar o biodigestor é utilizado de diversas formas, mas estudos ressaltam que seu emprego na aquisição de energia oferece respostas para algumas adversidades e conveniências de progresso dos pequenos agricultores. (BARICHELLO et al. 2015).

O ingresso à energia é necessário para facilitar a condição de vida, como o abastecimento de água, a saúde, a educação e o saneamento, o que contribui para a redução da pobreza entre os pequenos agricultores. (GARFI et al.,2016).

Economicamente, os biodegradadores podem obter receitas provenientes da construção de energia e biofertilizantes, mas a rentabilidade econômica pende de fatores como o tamanho da propriedade, a disponibilidade de matérias-primas e os custos operacionais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista ambiental, os biodigestores oferecem uma forma de processar adequadamente os resíduos orgânicos, reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e travar as alterações climáticas.

A introdução de biodigestores permite que os resíduos orgânicos, incluindo os dejetos animais, sejam adequadamente descartados e que o metano gerado no processo seja convertido em biogás, que é uma fonte de energia renovável. Isto reduz significativamente as emissões de gases com efeito de estufa.

Esses pontos de vista, além do econômico e social, devem ser levados em consideração na avaliação da viabilidade econômica dos biodigestores. Socialmente, os biodegradantes podem elevar a sustentabilidade, melhoria da qualidade de vida e reduzir o abandono da terra. Entretanto, é importante garantir um acesso justo e inclusivo a estas tecnologias, fornecendo apoio técnico, formação e financiamento adequados, especialmente às comunidades rurais desfavorecidas.

## REFERÊNCIAS

ABIOGÁS. Potencial do biogás no setor agropecuário brasileiro. Disponível em: <[www.abiogas.org.br](http://www.abiogas.org.br)>. Acesso em: 6 mar. 2024.

AMARAL, C.M.C.; AMARAL, L.A.; LUCAS JR., J.; NASCIMENTO, A.A.; FERREIRA, D.S.; MACHADO, M.R.F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Revista Ciência Rural*, v. 34, n. 6, p. 1897-1902. 2004.

BARICHELO, R., HOFFMANN, R., DA SILVA, S. O. C., DEIMLING, M. F., & CASAROTTO FILHO, N. (2015). O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região Noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista em Agronegocio e Meio Ambiente*, 8(2), 333–355.

BLEY JR., C. Agroenergia da biomassa residual: perspectivas econômicas, sociais, ambientais e energéticas. Curitiba: Itaipu Binacional, 10 p. 2007.

BLEY JR., C. Agroenergia. Relatório de Cícero Bley Jr. para o PCT FAO-Itaipu – Projeto Biomassa Residual, capítulo 3, 27 p. 2008. 27 p.

BLEY JÚNIOR, C.J.; LIBÂNIO, J.C.; GALINKIN, M.; OLIVEIRA, M.M. Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. 2.ed. rev. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional; Brasília: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2009. 140p. Disponível em: <<https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00110.pdf>>.

BOLETIM ANUAL DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - 2017. [Brasília]: MME, ed.5, 2018.

CASAGRANDE, L.F. Avaliação descritiva de desempenho e sustentabilidade entre uma granja suinícola convencional e outra dotada de biossistema integrado (BSI). 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Matriz energética e elétrica. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 6 mar. 2023.

FAO (2014). Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Santiago de Chile. FAO.

FAO. Food and Agricultural Organization. Eltrabajodela FAO em la Agricultura Familiar: Preararse para el Decenio Internacional de Agricultura Familiar (2019 2028) para alcanzar los ODS. Nova York, EstadosUnidos:FAO,2018.

GARFÍ, M., MARTÍ-HERRERO, J., GARWOOD, A., & FERRER, I. (2016). Household anaerobic digesters for biogas production in Latin America: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 599–614.

GREGOLIN, G.C. Alimentação Escolar e Agricultura Familiar: uma análise sobre a implementação da Lei 11.947/2009 e seu caráter sustentável no Sudoeste do Paraná. 2016, 195 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, 2016.

LEFF, H. Discursos sustentáveis. São Paulo: Cortez, 2010. 293 p.

LUCAS JR., J.; SANTOS, T.M.B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. In: Anais do Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola. Concórdia: CNPSA, p. 27-43, 2000.

MACHADO, C.R. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de exposição ao ar. 2011. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011.

MATHIAS, J., SILVA, S.. Oportunidades e desafios para o desenvolvimento do biogás na agricultura familiar do Brasil. *Revista de Política Agrícola, Local de publicação (editar no plugin de tradução o arquivo da citação ABNT)*, 32, ago. 2023. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1865>>. Acesso em: 12 Jun. 2024..

MATTOS, L. C., & FARIAS, M. J. (2011). Manual do biodigestor sertanejo. Projeto Dom Helder Camara. 55p. : il.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. *Bahia Agrícola*, [s.l.], v. 7, n. 3, p. página inicial-final, 2006.

MENDONÇA, E.F. Tratamento anaeróbio de efluentes oriundos da bovinocultura de leite em biodigestor tubular. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, 2009.

MONTEIRO, R.B.N.C. Desenvolvimento de um modelo para estimativas da produção de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de produção de bovinos de corte. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

PRACIANO, A. C., ALBIERO, D., POSSUELO, O. DE M., DOS SANTOS, L. F. A., & MONTEIRO, L. de A. (2020). Contribuição de biodigestores para a agricultura familiar. *Energia na agricultura*, 35(1), 95–106.

SILVA, A. R. DA, & CIRANI, C. B. S. (2016). Viabilidade Econômica e Benefícios ambientais de tecnologia aplicada a biodigestores em empresas processadoras de mandioca no Paraná. *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, 9, 22–53.

SILVA, S.S. A produção da agroenergia pela agricultura familiar: uma abordagem SWOT. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SOARES. C.M.T. Uso do biogás no meio rural como um fator de desenvolvimento rural sustentável Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 4, n. 6, p. 3298-3317, out./dez. 2018.

SOUZA, C.F.; CAMPOS, J.A. Avaliação do tempo de retenção hidráulica, agitação e temperatura em biodigestores operando com dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, n. 1, p. 1742-1745, 2007.