

JUSTIÇA SOCIAL, TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

SOCIAL JUSTICE, TECHNOLOGY & SUSTAINABILITY

JUSTICIA SOCIAL, TECNOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

Henrique Otávio Passos Toledo¹
Marcos Baroncini Proença²

Resumo

Este artigo é derivado do projeto *Desenvolvendo um Biodigestor com Controle Inteligente*, que tem como objetivo desenvolver e conceitualizar um biodigestor com capacidade de reconhecer e enviar sinais que indicam os níveis de biomaterial, assim como a quantidade de biogás extraída dos compostos utilizados, enviando estes dados para um sistema, acessível por uma interface de fácil acesso, como por exemplo um aplicativo de celular. Ademais, este projeto também procura viabilizar a inclusão do setor da agricultura familiar moderna a métodos tecnológicos mais eficientes que facilitem a sua vida, além de contribuírem com a preservação do ecossistema do planeta através da geração de energia “limpa”, promovendo a sustentabilidade. Neste contexto, apresentaremos sucintamente a história do biodigestor de modelo indiano, o processo da biodigestão, assim como o potencial impacto que esta tecnologia pode ter na vida do pequeno agricultor brasileiro, propiciando grandes mudanças na maneira como as famílias do interior manejam suas propriedades e insumos.

Palavras-chave: agricultura; energia; sustentabilidade.

Abstract

This article is derived from the project *Developing a Biodigester with Intelligent Control*, which aims to develop and conceptualize a biodigester capable of recognizing and sending signals that indicate the levels of biomaterial, as well as the amount of biogas extracted from the compounds used, sending these data to a system, accessible through an easy-to-access interface, such as a cell phone application. In addition, this project also seeks to enable the inclusion of the modern family farming sector to more efficient technological methods that make their lives easier, in addition to contributing to the preservation of the planet's ecosystem through the generation of "clean" energy, promoting sustainability. In this context, we will briefly present the history of the Indian model biodigester, the process of biodigestion, as well as the potential impact that this technology can have on the life of the small Brazilian farmer, providing major changes in the way families in the countryside manage their properties and inputs.

Keywords: agriculture; energy; sustainability.

Resumen

Este artículo se deriva del proyecto *Desarrollo de un Biodigestor con Control Inteligente*, que tiene como objetivo desarrollar y conceptualizar un biodigestor con capacidad de reconocer y enviar señales que indiquen los niveles de biomaterial, así como la cantidad de biogás extraído de los compuestos utilizados, enviando estos datos a un sistema, al que se puede acceder mediante una interfaz de fácil acceso, como una aplicación de teléfono móvil. Además, este proyecto también busca permitir la inclusión del sector de la agricultura familiar moderna a métodos tecnológicos más eficientes que faciliten su vida, así como contribuir a la preservación del ecosistema del planeta a través de la generación de energía "limpia", promoviendo la sostenibilidad. En este contexto, presentaremos brevemente la historia del biodigestor indio, el proceso de biodigestión, así como el impacto potencial que esta tecnología puede tener en la vida de los pequeños agricultores de Brasil, provocando grandes cambios en la forma en que las familias rurales gestionan sus propiedades e insumos.

¹ Graduando no curso de Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional Uninter. E-mail: henriquetoledo97@gmail.com.

² Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas. E-mail: marcos.p@uninter.com.

Palabras-clave: agricultura; energía; sostenibilidad.

1 Introdução

Pode-se dizer que as consequências do êxodo rural endurecem em nossa cultura, mesmo que os mais urbanos de nossos colegas estejam removidos do campo há apenas três gerações; este fato é ignorado e até escondido, pois além de existir uma grande divisão cultural entre os brasileiros, também existe muito preconceito e desvalorização pessoal quanto ao pequeno agricultor.

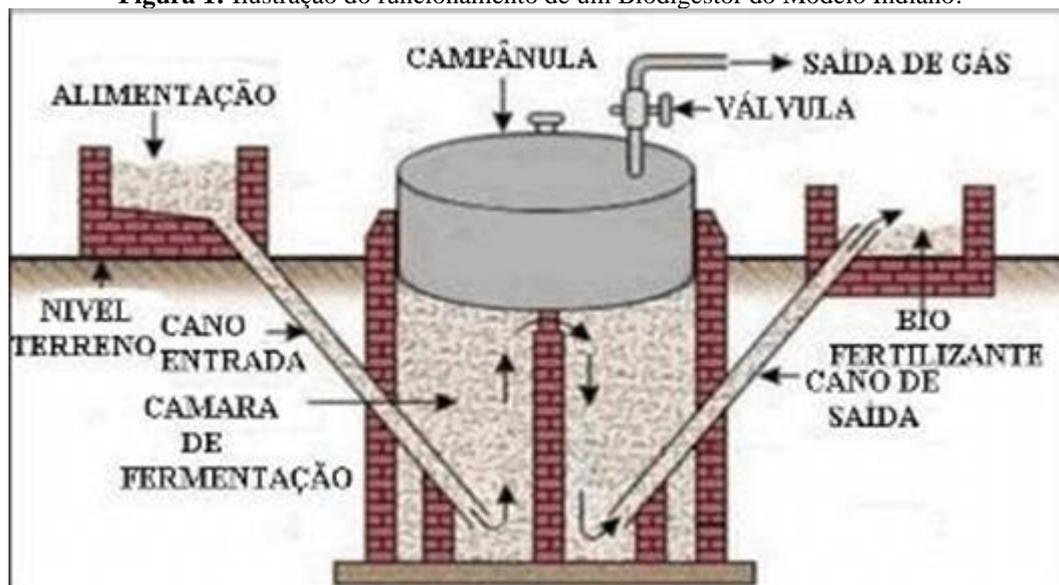
É de suma importância a conscientização cultural de nossa pátria, pois o trabalho digno deve ser valorizado e as raízes de nossa sociedade não podem ser esquecidas. O foco deste artigo é destacar a importância da agricultura familiar e falar sobre a necessidade de introduzir novas tecnologias que permitam que o agricultor tenha maior rentabilidade e minimize o seu desperdício, assim como os danos causados ao meio ambiente.

2 Fundamentação teórica

O desenvolvimento dos biodigestores teve início na Índia em 1939; o Instituto Indiano de Pesquisa Agrícola em Kanpur criou a primeira usina de gás que utilizava o esterco como matéria prima. Por causa deste sucesso, os indianos continuaram com suas pesquisas, formando o *Gobar Gas Institute*, em 1950, responsável por desenvolver o modelo indiano de biodigestor, que produz maior quantidade de biogás e aumenta o aproveitamento da matéria utilizada. Esses resultados espalharam a notícia de que o biodigestor seria a solução para diversos problemas humanos, pois a tecnologia utiliza dejetos orgânicos para produzir biogás e supre o produtor com fertilizante para adubar as colheitas, promovendo um ciclo sustentável. Segundo o CERPCH (2015, p. 02), podemos definir o biodigestor como um tanque ao que acrescentamos água misturada a biomassa, ingredientes necessários para que a biodigestão ocorra.

A tecnologia de biodigestão é utilizada há cerca de 4000 anos em locais do continente asiático, como na Índia e na China. Envolve dejetos de animais e restos orgânicos misturados à água na alimentação do biodigestor; no próximo estágio, já dentro da câmara de fermentação, as bactérias agem na decomposição do material inserido, produzindo o gás metano, que é utilizado na geração de energia e o adubo para ser usado como fertilizante.

Figura 1: Ilustração do funcionamento de um Biodigestor do Modelo Indiano.



Fonte: COSTA, 2016, p. 3.

O biofertilizante possui coloidais carregados negativamente, o que faz trocar por carga iônica, absorção superficial e coagulação. Seu poder de fixação dos sais é maior que das argilas, sendo responsável direto pela maior parte da nutrição das plantas, com até 58% da capacidade total de troca de bases do solo. Estabiliza os agregados de modo que resistam à ação desagregadora da água, absorvendo as chuvas mais rapidamente, evitando a erosão e conservando a terra por mais tempo (SGANZERLA, 1983, p. 25).

Estima-se que, em nosso país, dois terços do setor agrícola se enquadram no grupo da agricultura familiar, portanto, podemos afirmar que grande parte da nossa alimentação cotidiana provém destes pequenos produtores que, por terem acesso limitado à tecnologia, baixo poder de compra de insumos agropecuários e ausência de uma visão sistêmica de macromercado, muitas vezes passam por dificuldades, frente à direta concorrência com grandes produtores do mesmo ramo, com maior instrução e mais recursos. Além disso, este tipo de empreendedor vem desaparecendo com rapidez, pois os pais se dedicam ao trabalho rural com o objetivo de investir na educação de seus descendentes, para que possam ter vidas mais confortáveis trabalhando em outras áreas, uma espécie de êxodo rural contemporâneo. Como descrito no trecho abaixo:

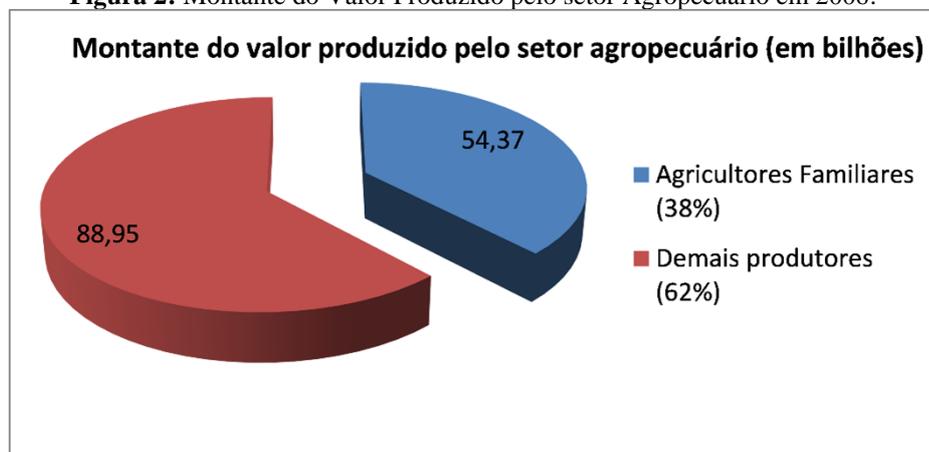
No Brasil, o censo agropecuário de 2006 revela que o total de estabelecimentos da agricultura familiar foi de uma área de 32% do total de áreas de produção. Já em 2017 o percentual diminuiu e caiu para 23%. São diversos fatores que podem contribuir para essa queda, tais como a dificuldade em manutenção dos descendentes no mesmo negócio, comercialização da produção — que inclui a logística para escoamento do produto aos centros compradores e dificuldade em entender os requisitos legais e de clientes.

O pequeno agricultor muitas vezes se caracteriza pela atividade rural familiar, e uma das dificuldades nesse enquadramento é a manutenção dos descendentes no mesmo negócio. Esse é um obstáculo vivido pelos agricultores mais velhos porque tendem a se esforçar mais para manter as melhores condições de estudo para os filhos. O cenário

é muito comum àqueles que querem oferecer uma situação mais confortável do que a vivida pelos pais. Não são poucas as vezes que ouvimos do produtor frases de auto desmerecimento (MANGIATERRA, 2020, p. 1).

Em 2006, de acordo com o IBGE, dos 143.3 bilhões de reais em produtos produzidos pela agropecuária no Brasil, 54.3 bilhões foram provenientes da agricultura familiar, que equivalem a 38% do montante total deste período (IBGE, 2006). Estes resultados confirmam que o setor é de grande importância para a empregabilidade no interior e para a economia nacional.

Figura 2: Montante do Valor Produzido pelo setor Agropecuário em 2006.



Fonte: CoDAF, 2016, p. 1.

A participação da Agricultura Familiar na produção de mandioca (87%), feijão (70%), carne suína (59%), leite (58%), carne de aves (50%) e milho (46%) reforçam a sua importância no cenário agrícola brasileiro[...] Assim, destaca-se ainda mais a posição de relevância que possui a Agricultura Familiar, mesmo não tendo a visibilidade que a produção baseada em modelos de grande escala tem, principalmente aquelas direcionadas à exportação. O trabalho exercido dentro dos empreendimentos familiares é a garantia de um abastecimento interno alinhado às demandas alimentares da população, criando um ambiente propício para a redução da fome e do desenvolvimento e bem-estar no campo (CODAF, 2016, n. p.).

Apesar de suas dificuldades, a família rural alcança números impressionantes frente à agroindústria, que possui capital para investimento em novas máquinas e milhares de colaboradores capacitados para exercer suas funções. Se somarmos esta vontade indômita de vencer e sua dedicação ao trabalho, ao manejo de suas terras com novas tecnologias, seus resultados podem ser ainda mais grandiosos. O biodigestor é uma tecnologia relativamente simples; é utilizada no agronegócio devido ao seu potencial de geração energética através da compostagem de materiais orgânicos; além disso também serve como ótima fonte de fertilizante, pois o material utilizado para obter o gás metano (CH₄) pode ser reutilizado como adubo. Como descrito abaixo:

[...] o líquido que resulta da mistura da água com a cama do frango no início do processo se torna um biofertilizante, jogado diretamente no pasto — mais uma economia para o produtor. “Isso melhora a capacidade do capim produzindo muito mais toneladas por hectare, dando mais alimento e assim conseguindo reter melhor o plantel”, explica Ivan José Casarin. Para gerar energia suficiente para um dia inteiro na propriedade utiliza-se 1,5 tonelada de cama de frango (GUEDES, 2017, n. p.).

Mesmo em uma grande propriedade, o investimento em um biodigestor capaz de gerar energia para toda uma fazenda produtiva não é tão alto, fazendo com que o capital investido seja recuperado em curto período, especialmente quando falamos do potencial de vender a energia gerada que não foi utilizada.

Atualmente, o produtor rural obtém por mês 62 mil quilowatts (kW). Desse total, utiliza 22 mil kW, ou 36%. O restante por enquanto não é utilizado. Casarin afirma que, por causa do custo de manutenção, não compensa manter o gerador ligado 24 horas. Mas esta situação deve mudar em breve, pois a concessionária do município já aprovou um projeto que vai permitir ao criador armazenar e vender a energia que produz (GUEDES, 2017, n. p.).

3 Metodologia

Nossa proposta tem como foco principal o pequeno produtor rural, com o objetivo de auxiliar este microempreendedor, apresentando-lhe um sistema tecnológico capaz de diminuir suas taxas de desperdício, reaproveitar a matéria orgânica e reduzir seus custos operacionais através da economia de energia. Esta economia é produto da substituição da energia elétrica fornecida por uma empresa local por energia limpa, gerada através da reciclagem de matéria orgânica — que muitas vezes sequer seria aproveitada em sua propriedade —, maximizando o seu potencial rentável. A tecnologia do biodigestor é capaz de obter biogás através da extração do metano (CH₄) e do gás carbônico (CO₂) dos compostos orgânicos (restos de alimento, esterco, urina, folhas e restos de cultura, entre outros) armazenados em seu tanque de compostagem, tornando possível a conversão do que é visto como lixo ou material inutilizável em energia elétrica, pois o gás carbônico e o metano são os principais constituintes do biogás.

Em nosso projeto, para medir a quantidade de gás natural obtido através do uso da compostagem, utilizamos sensores presentes na campânula (câmara onde o biogás é armazenado), os quais aferem os níveis dos gases capturados, enviando o sinal para um sistema acessível ao usuário através de uma interface que permite o seu controle.

Além de idealizar esta tecnologia, buscamos também montar um sistema de operação simples e de fácil manutenção, incluindo controles manuais para que a ferramenta se mantenha

operacional diante de uma possível falha na conexão do usuário à plataforma a ser utilizada, garantindo um biodigestor que é *User Friendly*³ e promovendo uma boa experiência ao usuário.

4 Resultados e discussão

É interessante analisar o impacto que esta tecnologia promoveu na China para exemplificar o potencial que o biodigestor pode ter em nosso país, viabilizando uma maneira de descentralizar o monopólio energético e aumentar a produção de energia elétrica nas regiões, pois é possível vender o excedente produzido para a companhia de energia elétrica local.

Há pelo menos meio século, para os chineses, a implantação de biodigestores transformou-se em questão vital, incrustada em lógicas de política internacional. Um país continental, com excesso de população, a China buscou, durante os anos 50 e 60, no auge da Guerra Fria, por uma alternativa de descentralização energética. Baseavam-se em uma lógica simples. No caso de uma guerra que poderia significar a destruição quase total da civilização como a conhecemos 3/4 o ataque às centrais energéticas, como poderosas usinas hidroelétricas, representaria o fim de toda atividade econômica. Isso porque a energia deixaria de ser disponível nos grandes centros, mas naqueles pequenos centros, as pequenas unidades de biodigestão conseguiriam passar incólumes ao poder inimigo. A descentralização, portanto, implica em criar unidades suficientes nas pequenas vilas, vilarejos e regiões mais longínquas. Desnecessário dizer a razão pela qual os biodigestores fizeram parte da estratégia (BARRERA, 1993, p. 17).

Apesar dos diversos benefícios oferecidos por esta tecnologia, observa-se certo descaso e preconceito devido à rara aplicação deste sistema no nosso país; os poucos projetos desenvolvidos muitas vezes foram mal projetados e/ou aplicados, assim como a falta de programas de incentivo para financiar e estimular o uso desta ferramenta, como podemos observar nos trechos abaixo:

Atualmente, a difusão da tecnologia dos biodigestores no Brasil enfrenta dificuldades decorrentes de escassez de recursos financeiros [...] falta de mentalidade relacionada com a importância de um programa de formação de recursos humanos para dar apoio à sua implantação e manutenção e desenvolvimento de tecnologia alternativa quanto ao projeto e materiais de construção a serem utilizados. Os biodigestores rurais possuem uma má fama devido ao descrédito decorrente de erros de projeto, execução, operação e manutenção (BARICHELLO, 2010, p. 86.).

[...] a biodigestão no Brasil ainda caminha a passos lentos. Mesmo possuindo um dos maiores rebanhos de suínos e aves do mundo, o Brasil não possui mais do que alguns milhares de biodigestores, sendo que a maioria dos biodigestores foi desativada devido à falta de suporte técnico e de tecnologias eficientes. Tendo como base a China, que possui 7,1 milhões de biodigestores, o Brasil está muito atrasado. As causas principais para isso são a falta de mão-de-obra especializada para orientar o produtor rural, falta de apoio financeiro e falta de tecnologias mais acessíveis. Com o aumento do preço do petróleo, a biodigestão voltou a ser uma fonte de energia alternativa

³ User Friendly – uso amigável para o usuário.

economicamente viável em propriedades rurais. Além disso, com o protocolo de Kyoto, a utilização de biodigestores pode gerar créditos de carbono que podem ser comercializados em bolsas de valores (PALHARES, 2003, p. 1-24 apud BARICHELLO, 2010, p. 86).

Neste sentido, é proveitoso destacar a curta memória que se tem quanto a falta de energia sucede esporadicamente; recentemente começamos a passar por um racionamento energético devido à seca que nos atinge, se a geração de energia descentralizada existisse no Brasil em maior escala, grande parte de nossos problemas poderiam ser contornados por meio da utilização de ferramentas de comprovada eficiência e sustentabilidade, como o biodigestor, o painel solar, os moinhos, entre outros. Preservar-se-ia o meio ambiente e promover-se-ia uma melhor qualidade de vida à população do meio rural, com informa o texto abaixo:

No ano de 2001, devido à crise no sistema brasileiro de fornecimento de energia elétrica (fenômeno dos "apagões"), foi quando os biodigestores passaram a ser cogitados novamente como fonte alternativa de energia. Entretanto, bastou que o reservatório das hidrelétricas alcançasse um volume d'água adequado e o perigo do racionamento de energia elétrica passar (temporariamente), para que os projetos de implantação de biodigestores fossem esquecidos e os que estavam em andamento abandonados (BARICHELLO, 2010, p. 86).

5 Considerações finais

Concluindo, é de suma importância que o produtor rural moderno tenha acesso às novas tecnologias disponíveis no mercado atual, para maximizar seu potencial de produção, evitar o desperdício e a poluição. Os incentivos para manter as novas gerações no campo são de suma importância ao nosso país, portanto, devemos dar-lhes condições para conhecerem novos implementos, com o suporte de cursos de instrução para prepará-las para o uso destes maquinários, além de obterem um conhecimento aprofundado sobre a cultura da terra e técnicas de gerenciamento. Com isso, promover-se-á uma melhor qualidade de vida e sustentabilidade aos descendentes do agricultor, mantendo as suas tradições, seu estilo de vida e preservando e valorizando esta cultura para o futuro.

Referências

BARICHELLO, R. O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso da Região Noroeste do rio Grande do Sul. 2010. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Santa Maria, Santa Maria, 2010.

BARRERA, Paulo. **Biodigestores**: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. São Paulo: Ícone, 1993.

BONGARDS *et al.* Intelligent automation and IT for the optimization of renewable energy and wastewater treatment processes. **Energy, sustainability and society**, [s. l.], v. 4, n. 19, p. 4-19, 2014.

CERPCH - Centro Nacional de Referência em Pesquisas Centrais Hidrelétricas. Biodigestor. *In: CERPCH*, 2015. Disponível em: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/biodigestor.php>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CoDAF (Competências Digitais para Agricultura Familiar). A importância da agricultura familiar. *In: CoDAF*, c2016. Disponível em: <https://codaf.tupa.unesp.br/agricultura-familiar/a-importancia-da-agricultura-familiar>. Acesso em: 20 jan. 2021.

COSTA, César da; OLIVEIRA, Carlos Thiago. Proposta para automação de biodigestores rurais visando maior segurança e eficiência energética em sua implantação. *In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E AGRONOMIA*, 2016, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: CONTECC, 2016.

GUEDES, Carolina. Gasto com Biodigestor compensa com economia de energia, dizem produtores. *In: Canal Rural*, São Paulo, 31 jul. 2017; <https://www.canalrural.com.br/programas/gasto-com-biodigestor-compensa-com-economia-energia-dizem-produtores-68350/>.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário**, 2006. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acesso em: 20 jan. 2021.

MANGIATERRA, Bárbara. A situação e os desafios do pequeno agricultor no Brasil. **Revista Safra**, 2020. Disponível em: <http://revistasafra.com.br/a-situacao-e-os-desafios-do-pequeno-agricultor-no-brasil>. Acesso em: 20 jan. 2021.

PALHARES, J. C. P; MASSOTI, Z.; SOUZA, L. D. Biodigestores modelo indiano: análise da transferência da tecnologia com base no perfil ambiental, produtivo e social. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Concórdia, n. 3, p. 1-24, 2003.

PIRES, A. P. P. *et al.* Pequenas propriedades rurais: dificuldades e alternativas para posicionamento no mercado. *In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA FIO*, 10., 2011, Ourinhos. **Anais [...]**. Ourinhos - SP: UNIFIO, 2011.

SGANZERLA, Edílio. **Biodigestores**: uma solução. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.

SOUZA, M. L. B. *et al.* Emprego de biodigestores anaeróbios no aproveitamento energético de resíduos animais e controle da poluição. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, São Paulo, ano 1, n. 3, jul./set. 2014.