



BIODIGESTORES: A IMPLEMENTAÇÃO DE DIFERENTES MODELOS NA ZONA RURAL DE HORIZONTE-CE

BIODIGESTORS: THE IMPLEMENTATION OF DIFFERENT MODELS IN THE RURAL AREA OF HORIZONTE-CE

Maxmuller Marques Fernandes ⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária e Técnico em Meio Ambiente.

Adelle Azevedo Ferreira ⁽²⁾

Tecnóloga em Gestão Ambiental, Engenheira Ambiental e Sanitária e Especialização em Gestão e Políticas Públicas.

Enio Giuliano Girão ⁽³⁾

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente e mestre em Engenharia Agrícola, especialista em manejo de bacias hidrográficas, com formação também em Direito.

E-mail ⁽¹⁾: maxmuller75@gmail.com

RESUMO

Grande parte da população do semiárido convive com saneamento ambiental inadequado. Os resíduos e efluentes que são descartados diariamente sem tratamento podem gerar consequências negativas para a saúde humana e para o meio ambiente. Diante desse contexto, tecnologias sociais como os biodigestores são a alternativa para diversos problemas relacionados à ausência de saneamento. Esse trabalho tem por objetivo demonstrar as potencialidades da aplicação dos biodigestores, através do processo de implantação, monitoramento in loco e manejo dos Biodigestores Sertanejo e Biosistema Integrado no município do Horizonte-CE. Apesar de alguns entraves na instalação dos biodigestores, os moradores beneficiados com essas tecnologias mostraram-se satisfeitos com a solução para o destino correto de seus resíduos e pela produção de biogás, atendendo as necessidades dos moradores.

ABSTRACT

A large part of the semi-arid population lives with inadequate environmental sanitation. Waste and effluents that are disposed of daily without treatment can have negative consequences for human health and the environment. In this context, social technologies such as biodigesters are the alternative for several problems related to the lack of sanitation. This work aims to demonstrate the potential of the application of biodigesters, through the implementation process, in loco monitoring and management of Sertanejo Biodigesters and Integrated Biosystem in the city of Horizonte-CE. Despite some obstacles in the installation of biodigesters, residents benefiting from these technologies were satisfied with the solution for the correct destination of their waste and with the production of biogas, meeting the needs of the residents.

Palavras-chave: Semiárido. Saneamento. Resíduos. Biodigestores. Tecnologias Sociais.

Key words: *Semiarid. Sanitation. Residues. Biodigestors. Social Technologies.*

1. INTRODUÇÃO

A universalização do acesso e a efetiva prestação do serviço são um dos princípios fundamentais do saneamento básico no Brasil. A Lei Nº 14.026 de 15 de julho de 2020, define-o como um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

No Ceará, apenas 27% do estado têm acesso a esgotamento sanitário adequado (TRATA BRASIL, 2019). Entre as famílias de baixa renda, 70 mil domicílios cearenses não têm banheiro. Em áreas

rurais e comunidades isoladas, o baixo adensamento populacional inviabiliza a construção de redes coletoras. No semiárido, os resíduos e efluentes que são lançados diariamente no ambiente podem gerar consequências negativas e muitas vezes irreversíveis à saúde humana e ao ambiental, resultando em contaminação do ar, água, solos, alimentos e a proliferação de vetores responsáveis por diversas doenças (REZENDE, 2018). Nesse cenário, os resíduos orgânicos e os de origem animal são fontes importantes de obtenção da biomassa e representam um potencial de energia aproveitável, além de reduzir o descarte de resíduos no meio ambiente. Os biodigestores são equipamentos que apresentam diversos benefícios como minimização dos impactos ambientais causados pela destinação incorreta dos resíduos orgânicos, reaproveitamentos de resíduos que seriam descartados sem agregação de valor e produção de biogás resultante da degradação da matéria orgânica através de digestão anaeróbia (ALCÓCER *et al.*, 2019).

Em 2021, o município de Horizonte-CE recebeu a instalação dos seguintes modelos: o Biodigestor Sertanejo e o Biossistema Integrado (BSI). O modelo do BSI é baseado no modelo denominado “chinês” e pode ser construído em alvenaria de tijolos, incluindo o gasômetro em forma de domo (parte superior em forma côncava). O Sistema Integrado, baseado nos princípios ecológicos, é desenhado para tratamento de águas de vaso sanitário ou esgoto doméstico e se baseia no aproveitamento total do esgoto sanitário através de um ciclo de tratamento integrado às atividades produtivas locais, reciclando o potencial energético (com o uso do biogás), a água e os nutrientes (TONETTI *et al.*, 2018). O Biodigestor Sertanejo é uma tecnologia que gera o biogás a partir do esterco dos animais. Ele é composto por três partes: caixa de carga, tanque de fermentação, onde também fica a câmara de armazenamento de biogás, e a caixa de descarga (DIACONIA, 2019).

Este trabalho tem por objetivo apresentar o processo de implantação e monitoramento in loco dos biodigestores Sertanejo e Biossistema Integrado no município do Horizonte-CE. Como objeto de estudo, buscou-se discorrer sobre o processo de construção dos biodigestores e avaliar os problemas construtivos e/ou manejo das tecnologias a partir do monitoramento in loco.

2. METODOLOGIA

A Metodologia deste trabalho consiste no levantamento bibliográfico sobre o saneamento básico rural, sobre os diferentes modelos de biodigestores, dos relatórios e artigos produzidos pela empresa idealizadora do projeto, além das observações e registros in loco da instalação e operação dos biodigestores por parte dos autores.

No município de Horizonte-CE, foram instalados os seguintes modelos: o Biodigestor Sertanejo e o Biossistema Integrado (BSI) que são caracterizados como tecnologias sociais¹. Todos os modelos possuem o mesmo princípio da digestão anaeróbia, porém os produtos finais são diferentes. A cidade de Horizonte faz parte da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e está a 45 km da capital. Possui uma população de 55.187 pessoas, sendo que, deste total, 4.138 vivem na zona rural (CEARÁ, 2021) em condições precárias de saneamento.

Para começar as atividades, iniciou-se um diálogo com a comunidade quilombola situada na zona rural de Horizonte. Através da associação, foi realizada uma reunião com os moradores locais para apresentação do projeto, das tecnologias disponíveis, além dos custos e benefícios dos biodigestores. Durante a reunião, algumas famílias manifestaram interesse em receber os equipamentos. Após esse momento, foi feita uma visita às casas para avaliar as suas estruturas de

¹ Tecnologias sociais são produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis desenvolvidas na interação com a comunidade e que representam efetivas soluções de transformação social (Fundação Banco do Brasil, 2021). Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/sobre-nos>.

saneamento, bem como as especificações técnicas favoráveis para a instalação dos biodigestores. Também foi feita uma busca ativa em outras localidades da Zona Rural de Horizonte, uma vez que algumas casas não possuíam as condições desejáveis.

A construção dos Biodigestores ocorreu por etapas por conta da disponibilidade das assessorias técnicas. Inicialmente, a ideia era fazer as construções no formato de oficinas para capacitar e repassar o conhecimento aos moradores locais, mas não foi possível por conta da pandemia e dos decretos estaduais que proibiam as aglomerações. Assim, os processos construtivos foram discutidos apenas com os beneficiários das residências. O primeiro biodigestor a ser construído foi o Biosistema Integrado (BSI). Foi escolhido um núcleo familiar composto por 07 residências, totalizando 22 pessoas beneficiadas com a construção. As casas possuíam fossas rudimentares, além de uma fossa para águas cinzas. No terreno, há também a criação de animais com uma pocilga para os porcos e baias para os cavalos. Já as galinhas e os cachorros são criados soltos em um pátio de cerca de 300 m² no centro das residências. O processo de construção foi coordenado por uma empresa de engenharia ambiental que contratou mão de obra local para a execução dos serviços. O BSI foi construído para a coleta e o tratamento de 1000 litros de esgoto doméstico/ habitante, além de receber os dejetos de suínos e cavalos. O processo iniciou-se com um estudo da área e a localização ideal para a instalação de cada parte do BSI. Primeiro, foi construído o biodigestor no modelo chinês, conforme o modelo da Figura 1:

Figura 1 – Construção do Biodigestor no modelo chinês.



Fonte: autores, 2021.

Ele é feito de alvenaria e sua impermeabilização é feita com várias camadas de cimento e areia. O diferencial está no formato de sua tampa que permite a coleta do biogás. É nessa etapa que ocorre a digestão anaeróbia do material orgânico, além da produção e armazenagem do biogás. Após passar pelo biodigestor, o esgoto é enviado para uma fossa séptica, que também recebe o esgoto bruto de duas casas localizadas à jusante do biodigestor. Aqui é realizada mais uma etapa de digestão anaeróbia da matéria orgânica. Em seguida, é enviada a um tanque séptico que destina o produto em tratamento para uma zona de raízes cujo objetivo é realizar a absorção dos nutrientes ainda presentes pelas plantas. O final do processo é feito por um sumidouro. Após o período de construção, foram feitos testes de estanqueidade. No BSI, é possível canalizar o biogás para que possa ser aproveitado em pelo menos uma residência. A produção do biogás gera o equivalente a um botijão por mês.

Para a instalação dos biodigestores sertanejos, foi feita uma visita às famílias da Comunidade Quilombola de Alto Alegre que afirmaram ser produtoras de animais. Ao final, foram selecionadas as casas que possuíam uma produção de esterco suficiente para alimentar os biodigestores. Então,

foram escolhidas as famílias A, B e C. Os Biodigestores Sertanejos foram construídos no período de maio e junho de 2021 sob a orientação de um técnico especializado. São do mesmo modelo desenvolvido pela Diaconia². Eles são de fácil construção, sendo construídos a partir de placas moldadas de cimentos, canos e uma caixa de fibra de vidro. É formado por caixa de carga, tanque de fermentação, câmara de armazenamento de biogás e a caixa de descarga. A caixa de Carga é alimentada com os excrementos de bovinos, suínos, caprinos e/ou aves que são misturados com água da proporção de 1 Kg de esterco para 1 Litro de água. A mistura abastece o tanque de fermentação onde é produzido e armazenado o biogás. O subproduto, que é o biofertilizante, é eliminado na caixa de descarga. Esse material, ao ser misturado a água, pode ser usado na plantação como adubação foliar. Ele também produz o adubo, esterco curtido, que pode ser colocado no solo para melhorar a sua fertilidade (Diaconia, 2019). A dificuldade da construção está nos detalhes da tecnologia, pois tudo precisa ser dimensionado corretamente para não haver entupimento dos canos, quebra da caixa de fibra ou até mesmo vazamentos. Os biodigestores sertanejos foram construídos simultaneamente e levaram 03 dias para serem construídos. Durante as escavações para a instalação do biodigestor na casa B, observou-se que o solo estava bastante encharcado, o que poderia prejudicar o equipamento no futuro. Assim, não foi possível realizar a construção nesse local, sendo o biodigestor direcionado para a casa D. Após a construção dos equipamentos, os beneficiários realizaram a alimentação do sistema com a colocação de esterco de suínos e bovinos por um período de 30 dias. Em seguida, o técnico finaliza a montagem do biodigestor com a colocação do filtro que é feito com um garrafão de água mineral de 20 l (figura 2). O filtro é importante para diminuir os maus odores deixados pelo biogás. Portanto, é essencial que o gás passe pela água em um recipiente fechado (Diaconia, 2019). Por fim, foi feita a adaptação do fogão para receber o biogás. A ação é necessária devido à intensidade da chama.

Figura 2 - Biodigestor finalizado e filtro instalado para a remoção de odores.



Fonte: autores, 2021.

Após a instalação dos 02 modelos de biodigestores, foram realizadas visitas periódicas (quinzenais) para acompanhar o funcionamento dos equipamentos e verificar a necessidade de manejo ou correção dos sistemas. Os resultados e observações das visitas serão descritos no tópico seguinte.

² A Diaconia é uma organização da sociedade civil que tem como missão trabalhar pela efetivação de políticas públicas de promoção e defesa de direitos, priorizando populações de baixa renda para a transformação da sociedade. Em 2008, a Diaconia e o Projeto Dom Helder Câmara desenvolveram uma pesquisa aplicada para descobrir a melhor forma de produzir biogás na realidade do semiárido brasileiro. Desta iniciativa, resultou um projeto piloto com duas unidades na comunidade de Santo Antônio II, em Afogados da Ingazeira (PE) (Diaconia, 2019).

3. RESULTADOS ALCANÇADOS

O processo de instalação dos biodigestores foi satisfatório, uma vez que os técnicos contratados para a implantação já tinham um bom acúmulo de experiências. A interação e apoio das famílias beneficiadas também contribuíram muito para os processos construtivos e manejo dos equipamentos. Um grupo no whatsapp foi criado para a troca de informações e experiências. Não houve dificuldades durante a instalação, mas, no decorrer do processo de operação, surgiram algumas falhas construtivas que precisaram ser corrigidas. Durante o processo de monitoramento *in loco*, foi possível observar algumas particularidades de cada um dos biodigestores.

Após um mês de finalização do BSI, ainda não se tinha a produção de biogás. Depois, os moradores informaram que havia um vazamento na tampa do biodigestor. Quando colocava água com sabão ao redor da tampa, pequenas bolhas surgiam denunciando que havia gás, porém o vazamento impedia que chegasse o biogás até o fogão da casa. Por duas vezes, foi feito o reparo na tampa com a utilização de impermeabilizantes mais resistentes, porém não foi possível solucionar o problema. Constatou-se que o problema estava no formato da tampa, que não permitia a pressão do sistema. Um especialista foi contratado e o mesmo analisou que também era necessário instalar um filtro para a remoção das impurezas e da água. Assim, foi refeito o reparo na tampa com uma melhor vedação, além da instalação do filtro e da mudança da tubulação do gás para outro compartimento. Com a correção do problema, após uma semana, o sistema já estava gerando biogás para o fogão que foi adaptado.

Já com relação aos Biodigestores Sertanejos, foram apresentadas algumas dificuldades. Na casa das famílias A e C, houve uma demora na ativação dos sistemas. Foram quase dois meses para que completasse a primeira carga e fosse instalado o filtro. Por diversas vezes, a justificativa era a falta de tempo para alimentar o sistema. Após muitas visitas e diálogos com as famílias foi possível finalizar o processo e observar a produção do biogás. Na família da D, não ocorreu nenhum problema. Os moradores abraçaram a tecnologia, alimentando todos os dias o sistema. Em menos de 01 mês já estavam produzindo e utilizando o biogás. Já o da casa A produziu o gás até durante 01 mês, mas depois começou a apresentar falhas. O fogão só conseguia manter a chama acesa por apenas 2 minutos. Sob a orientação do técnico, constatou-se que havia mais água do que biogás na tubulação. No local, percebeu-se que a qualidade das fezes estava provocando esse problema. Em conversa com a moradora, descobriu-se que os animais não possuíam uma alimentação balanceada e nutritiva que favorecesse uma digestão de bactérias anaeróbias e a transformação em biogás. Infelizmente, a condição financeira não permite a compra de ração para os animais. Eles recebem doações de bagaço de fruta para alimentar os animais. Por isso, as fezes não eram tão sólidas e sim bem aguadas. Orientou-se a diminuir a proporção de água ou buscar outros esterco mais sólidos.

A partir dos processos construtivos e da avaliação *in loco* pode-se fazer um quadro avaliativo dos dois modelos, conforme no quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Quadro comparativo entre os três modelos construídos

Biodigestores	Custo	Benefícios	Desvantagens
Biosistema Integrado	R\$ 18.750,00	Esgotamento Sanitário multifamiliar, geração de biogás e reuso da água.	O biogás produzido não atende a todas as famílias
Sertanejo	R\$ 3.984,35	Baixo custo de implantação, produção de biogás suficiente para uma família e produção de biofertilizante.	Utilizado apenas para os resíduos de animais.

Fonte:Elaborado pelos Autores (2021)



Entre os modelos instalados, o Sertanejo apresenta um melhor custo/benefício caso fosse instalado em uma casa para até 04 pessoas. Já o Biossistema Integrado é uma tecnologia que é recomendada a ser instalada em um conjunto de residências, pois possui o preço bastante elevado para uma única família. A instalação dos biodigestores trouxe alguns benefícios econômicos, sociais e ambientais às famílias. Quem antes comprava o botijão de gás ou lenha, passou a ter uma economia com a produção e utilização do biogás. Já os que tinham problemas com os resíduos orgânicos, que antes eram descartados de forma incorreta, passaram a dar o destino correto dos resíduos e a ter o benefício dos produtos como o biogás e o biofertilizante.

4. CONCLUSÕES

As percepções e observações dos autores e dos beneficiários mostram que os biodigestores são uma importante alternativa ao saneamento rural, pois permitem a diminuição dos impactos ambientais causados pelo descarte incorreto de resíduos e efluentes e ainda trazem benefícios econômicos e sociais para as famílias. Os biodigestores apresentaram um bom desempenho em relação à produção de biogás. As diferentes características de cada tecnologia nos permite concluir que existem alternativas de biodigestores para diferentes necessidades, como foi demonstrado nos resultados, com uma perspectiva de solução para o saneamento rural, resolvendo o problema de resíduos orgânicos e resíduos de origem animal, além de agregar valor às propriedades rurais com a produção de biogás para suas atividades diárias. Isso é importante para a realidade do semiárido e para a formação de diferentes políticas públicas.

REFERÊNCIAS

- ALCÓCER, J. C. A.; PINTO O. R. O. ; SILVA M. L.; QUEIROZ D. M. B. Biodigestores Rurais: Uma alternativa à sustentabilidade ambiental? Impreco. Fortaleza: CE, 2019.
- BRASIL. Lei Nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF: Brasil.
- CEARÁ. Perfil Municipal Horizonte 2021. Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), 2021. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml> Acesso em: 30 set. de 2021
- DIACONIA. 12 Passos para construir um biodigestor. Recife: Diaconia, 2019. 43 p. Disponível em: <https://www.fbb.org.br/images/Editais/COPASA/2019/Biodigestor%20Sertanejo.pdf>
- RESENDE, R. G.; FERREIRA S.; FERNANDES L. F. R.; O saneamento rural no contexto brasileiro. Pouso Alegre, v. 10, n. 1, mar. 2018. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldebrasilia.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/1027/pdf> . Acesso em: 30 set. de 2021
- TRATA BRASIL. Saúde. Trata Brasil, 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/principais-areas-afetadas/saude>. Acesso em: 30 set. 2021
- TONETTI A. L. et al. Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas. referencial para a escolha de soluções. Campinas, SP: Biblioteca/Unicamp, 2018. Disponível em: <https://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/index.php/publicacoes/livro/>. Acesso em: 30 set. de 2021.