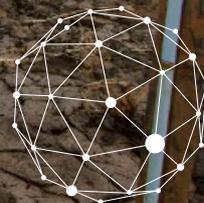


BIODIGESTOR SERTANEJO: Tecnologia social para o fortalecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Instituto 17

 **Diaconia**
actaliança

Este documento é um produto de:

Instituto 17 (i17), uma organização da sociedade civil brasileira, sem fins lucrativos, fundada em 2018, para viabilizar a difusão dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e propor soluções, de forma integrada, às questões relacionadas com a economia circular, o aproveitamento energético de resíduos, a defesa do meio ambiente e o desenvolvimento local.

Para mais informações, acesse: <http://i17.org/>



Instituto 17

Diaconia, uma organização social, de inspiração cristã e sem fins lucrativos, comprometida com a promoção da justiça. Presente em territórios urbanos e semiáridos do Nordeste brasileiro, tem como compromisso maior o serviço para transformação de vidas e, para isso, estimula o empoderamento de mulheres, homens, jovens e famílias agricultoras, além de mobilizar comunidades, igrejas e outros grupos sociais para a defesa e a efetivação dos Direitos Humanos.

Para mais informações, acesse: <https://bemvindo.diaconia.org.br/>



EQUIPE TÉCNICA INSTITUTO 17:

Coordenação Técnica: Alessandro Sanches Pereira

Líder em Aproveitamento Energético de Resíduos: Leidiane Ferronato Mariani

Líder da equipe: Vanice Helen Nakano

Responsáveis técnicas: Deisi Cristina Tapparo e Maria Eduarda Cação Rosa

Equipe técnica do i17: Gladis Backes Bühring, Jessica Yuki de Lima Mito e Luiz Gustavo Silva de Oliveira

Revisora editorial: Claudete Debértolis Ribeiro

Projeto gráfico e editoração: TXT Conteúdo e **dad**esign

EQUIPE TÉCNICA DIACONIA:

Coordenadora Político Pedagógica: Waneska Millena Ferreira do Bonfim

Responsáveis técnicas: Erika Fernanda Nascimento, Ita Porto de Oliveira, Camila Kerasy Rago Lopes

Foto da capa: ©Thomas Lohnes

REVISORES ADAM SMITH INTERNATIONAL:

Revisores: Fernanda Guedes, Gilberto de Martino Jannuzzi, Luiza Bazan, Suzanne Maia e Marta Telles

Informações Legais

- Essa publicação está sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](#).
- Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelos autores. Nem Instituto 17, Diaconia ou os autores podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante de eventuais erros, imprecisões ou omissões de informações nele presentes.
- A duplicação ou reprodução de todo ou partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que o Instituto 17 e a Diaconia sejam citados como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento escrito do Instituto 17 e da Diaconia.

Ficha catalográfica:

Instituto 17/Diaconia

BIODIGESTOR SERTANEJO: Tecnologia social para o fortalecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Relatório técnico 05-2022. São Paulo/SP: Instituto 17 e Diaconia, 2022.

BIODIGESTOR SERTANEJO: Social technology to strengthen the Sustainable Development Goals. Technical report 05-2022. São Paulo: Instituto 17 and Diaconia, 2022.

37 p. il. color.

ISBN 978-65-997883-1-4

1. Biodigestor. 2. Biogás. 3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 4. Transição energética.



PREFÁCIO

Nas últimas décadas, a discussão global sobre o escopo do termo "desenvolvimento" se intensificou, com foco crescente no que o "desenvolvimento sustentável" exige. A partir da Revolução Industrial, no século XIX, o termo desenvolvimento esteve ligado, quase que, exclusivamente, à concepção de uma forte economia industrial, entretanto, na atualidade, entende-se que o desenvolvimento verdadeiro e autoperpetuante só pode ser compreendido e realmente medido se for além dos aspectos puramente econômicos, ou seja, se abranger, também, fatores sociais e ambientais influentes, que, por sua vez, podem impactar positivamente a estabilidade política e a segurança econômica.

Conforme incorporado nos Objetivos do Desafio do Milênio e, mais recentemente, nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e na Agenda 2030, o conceito de desenvolvimento sustentável deve embutir o aperfeiçoamento da condição humana, o que compreende maior equidade social e a inclusão de todos. Afinal, esse não é o objetivo dos esforços de desenvolvimento? No setor energético, que é tão fundamental para o crescimento econômico, avanços contínuos em tecnologias e modelos de negócios que consideram os objetivos de desenvolvimento sustentável permitem a inclusão de muitos grupos sociais que foram deixados para trás. Agora, o grito de guerra das Nações Unidas e de outras instituições de desenvolvimento é: "Não deixe ninguém para trás".

O Instituto 17 e a Diaconia dedicaram-se à análise da tecnologia do biodigestor sertanejo, que tem resultados diretos na qualidade de vida de um grupo populacional particularmente vulnerável – notadamente, mulheres rurais, crianças e idosos. A implantação de um biodigestor em escala doméstica permite o acesso a serviços de saneamento básico, energia e gás para cozinhar. Além disso, propicia o fortalecimento da agricultura local, com a produção de biofertilizantes, e a melhoria da saúde da mulher, por garantir um ambiente livre de fumo da queima de lenha ou carvão. Essa tecnologia, ao ser combinada com outras iniciativas relacionadas à habitação, à água potável e ao saneamento nos domicílios rurais, fornece os meios para um avanço gigantesco na qualidade de vida dessas populações, pois significa economia de tempo e, conseqüentemente, disponibilidade para realizar diversas atividades econômicas, tornando-se, assim, um modelo de negócio financeiramente viável e com amplas aplicações. A partir dos pilares da igualdade de gênero e da inclusão social, o esforço de ambas as instituições para promover essa tecnologia é um sinal claro do surgimento de parcerias em busca do desenvolvimento sustentável.

Acredito que essa parceria, cujo foco são famílias e comunidades onde o biodigestor sertanejo constitui um passo brilhante em direção ao futuro, é um excelente exemplo de como uma transição energética mais equitativa e inclusiva pode ocorrer, no país, de forma sustentável, mesmo para grupos considerados como a base da pirâmide. Como é uma tecnologia que tem estreita sintonia com os ODS, o biodigestor sertanejo se apresenta, certamente, como um elemento significativo de uma estratégia nacional de avanço do biogás. Além disso, como demonstra esta publicação, a divulgação e a implementação do biodigestor sertanejo representam um verdadeiro e importante engajamento da sociedade civil em busca de oportunidades de desenvolvimento para todos.

Portanto, é com muito orgulho e respeito pelos esforços empreendidos pelo Instituto 17 e pela Diaconia que apresento esta importante publicação.

Suzanne B. Maia

*Conselheira de Igualdade de Gênero e Inclusão Social - Programa de Energia para o Brasil
Especialista Sênior no setor de energia elétrica*



APRESENTAÇÃO

Esta publicação é resultado do trabalho desenvolvido pela equipe do Instituto 17 e pela organização sem fins lucrativos Diaconia, com apoio e revisão da equipe do Programa de Energia para o Brasil (*BEP*, sigla em inglês).

Para esta publicação, o Instituto 17 e a Diaconia se uniram com o objetivo de disseminar a tecnologia que ambas as organizações observam como importante para: o desenvolvimento sustentável, a inclusão social, a igualdade de gênero e a adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em escala doméstica. Por se entender a necessidade de se estar em sintonia com outros movimentos e ações ao redor do globo, optou-se por uma análise de cunho fortemente ligado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, promovida pela Organização das Nações Unidas e suas agências.

AGRADECIMENTOS

À equipe do Programa de Energia para o Brasil (BEP), pelo apoio na discussão e revisão do documento; e, em especial, à equipe de Equidade de Gênero e Inclusão Social, formada por Suzanne Maia e Marta Telles, pela orientação e incentivo à discussão do tema. Às famílias agricultoras enquanto protagonistas do manejo da tecnologia e também destacar as organizações parceiras que participaram do diagnóstico de levantamento geográfico de onde estão instaladas as unidades de biodigestor sertanejo.

Deve-se destacar, aqui, todos os membros da equipe do Instituto 17 e Diaconia, que, durante a execução do projeto, dedicaram seu tempo e conhecimento em direção à elaboração de uma análise de excelência técnica e relevância social. Muito obrigado a todos.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	9
1 CONTEXTUALIZAÇÃO	10
2 CARACTERIZAÇÃO DO BIODIGESTOR SERTANEJO	12
3 BENEFÍCIOS DO BIODIGESTOR SERTANEJO SOB A ÓTICA DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	19
3.1 Autonomia energética para cocção de alimentos	21
3.2 Convivência com o Semiárido e fortalecimento da agricultura familiar de base agroecológica	23
3.3 Proteção do meio ambiente e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas	25
3.4 Promoção dos direitos das mulheres e das juventudes	26
3.5 Promoção da saúde e soberania alimentar e nutricional	29
4 RECOMENDAÇÕES PARA A DISSEMINAÇÃO DO BIODIGESTOR SERTANEJO	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
6 REFERÊNCIAS	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixo Carbono
ACEV	Ação Evangélica Social
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ASA	Articulação do Semiárido Brasileiro
BEP	Programa de Energia para o Brasil
CECOR	Centro de Educação Comunitária Rural
CEPFS	Centro de Educação Popular e Formação Social
CETRA	Centro de Estudos do Trabalho e de Assessoria ao Trabalhador
EMPAER	Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária
GEE	Gases de Efeito Estufa
GESI	<i>Gender Equality and Social Inclusion</i>
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IF	Instituto Federal
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PATAC	Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas
SEAGRO	Secretaria de Agricultura, Pecuária e Aquicultura do Tocantins

1

CONTEXTUALIZAÇÃO

A busca por alternativas capazes de melhorar as condições de vida das famílias de pequenas propriedades rurais da região semiárida brasileira, assim como, a necessidade de investir em pesquisa e no aprimoramento de “tecnologias sociais” motivaram diversas instituições, dentre elas a Diaconia, a desenvolver e experimentar tecnologias com baixo custo e de fácil manejo para as famílias agricultoras. Entre essas tecnologias, está o biodigestor sertanejo, que realiza a biodigestão anaeróbia de dejetos da produção de animais e tem, como produtos, o biogás, fonte de energia renovável, e o biofertilizante.

Água, energia e alimentos são os três pilares da tecnologia do biodigestor sertanejo, que propõe um olhar e uma prática para a integração desses elementos. Nesse sentido, o biodigestor pode ser visto como um instrumento capaz de estimular o uso racional dos recursos naturais, especialmente onde tais recursos são escassos, com a prática de um modelo circular de aproveitamento de resíduos como insumos.

A compreensão do biodigestor sertanejo como uma tecnologia social tem como pressuposto o estabelecimento da estreita relação entre a família agricultora e a tecnologia, dedicando-se ao manejo adequado e identificando os benefícios resultantes dessa prática.

A tecnologia social pode ser definida como um produto/técnica desenvolvido a partir da interação com a comunidade, que visa a transformações no âmbito econômico, ambiental e, principalmente, social. Uma tecnologia social possui como características principais: i) foco no segmento social e econômico, de modo a gerar empregos, distribuir renda e promover o desenvolvimento sustentável; ii) desenvolvimento da tecnologia com a participação ativa, da concepção à implantação e uso, de seus usuários e beneficiários; iii) replicabilidade com baixa demanda econômica e ambiental; iv) e sustentabilidade econômica, social, cultural e ambiental, com a participação ativa da sociedade (DAGNINO, 2014). Nesse contexto, o biodigestor sertanejo apresenta alguns aspectos importantes de uma tecnologia social, dentre os quais: é uma solução tecnológica para a melhoria das condições de populações sócio e economicamente menos favorecidas; possui um princípio de organização comunitária e de solidariedade; e possibilita replicabilidade da solução em contextos semelhantes, os quais serão abordados ao longo do texto.

O biodigestor sertanejo foi desenvolvido a partir do olhar técnico institucional e das metodologias participativas, envolvendo agricultores e agricultoras. Assim, desde sua concepção, ele foi pensado para ser uma tecnologia: **economicamente viável**, pois seu custo de instalação é baixo e gera uma economia mensal de, aproximadamente, 12% de um salário mínimo¹ para a família; **socialmente justa**, por estar voltada para famílias que vivem no campo em maior situação de vulnerabilidade social; e **ambientalmente sustentável**, pois promove a diminuição do desmatamento, contribui com a redução da emissão de gases de efeito estufa e proporciona a melhoria da qualidade de vida das pessoas, por meio da eliminação da fumaça e da fuligem do carvão – de grande impacto para mulheres e crianças –, bem como, reduz, drasticamente, as infestações dos animais por verminoses e moscas.

A tecnologia de biodigestores domésticos já foi bastante disseminada em diversos locais do mundo, como China, Índia, América Latina, África e mesmo no Brasil, que, na década de 1980, teve iniciativa de governo para a implementação de um modelo de biodigestor doméstico. No Brasil, a instalação de biodigestores teve um impulso entre as décadas de 1970 e 80, caindo em desuso e descrédito posteriormente, devido à falta de conhecimento e de assistência técnica para a tecnologia (KUNZ, 2004). Assim, a análise de outros modelos e experiências de biodigestores domésticos não fazem parte deste documento, que se concentra no biodigestor sertanejo. A tecnologia analisada na publicação parece estar tendo mais sucesso por: ser mais adaptada à realidade de materiais e técnicas de construção local; não usar materiais corrosivos; e possuir assistência técnica para a instalação e operação, fatores estes que tornam a tecnologia atrativa e operacional em longo prazo, segundo observado pela Diaconia, em seu contato com o campo.

Este documento aborda o biodigestor sertanejo com o objetivo de favorecer a disseminação de informações sobre a tecnologia e a ampliação de conhecimento acerca dos benefícios e das possíveis estratégias para sua consolidação, em especial, junto aos setores de financiamento e aos adeptos das energias renováveis, pois essa tecnologia já foi implantada e testada no contexto brasileiro. Objetiva-se, também, incentivar a inclusão e o reconhecimento dessa tecnologia como parte de políticas públicas de energias renováveis e de agricultura familiar, especialmente quando se considera a produção de biogás em escala doméstica e a realidade das zonas rurais do Brasil.

¹ Valor obtido da média de preço do botijão de gás na região Nordeste do Brasil, em janeiro de 2022, segundo ANP, e do valor oficial do salário-mínimo, no Brasil, no mesmo período.

2

CARACTERIZAÇÃO DO BIODIGESTOR SERTANEJO



O biodigestor é uma tecnologia que produz biogás e biofertilizante a partir do dejetos dos animais, por meio do processo de digestão anaeróbia, no qual os microrganismos envolvidos degradam a matéria orgânica na ausência de oxigênio.

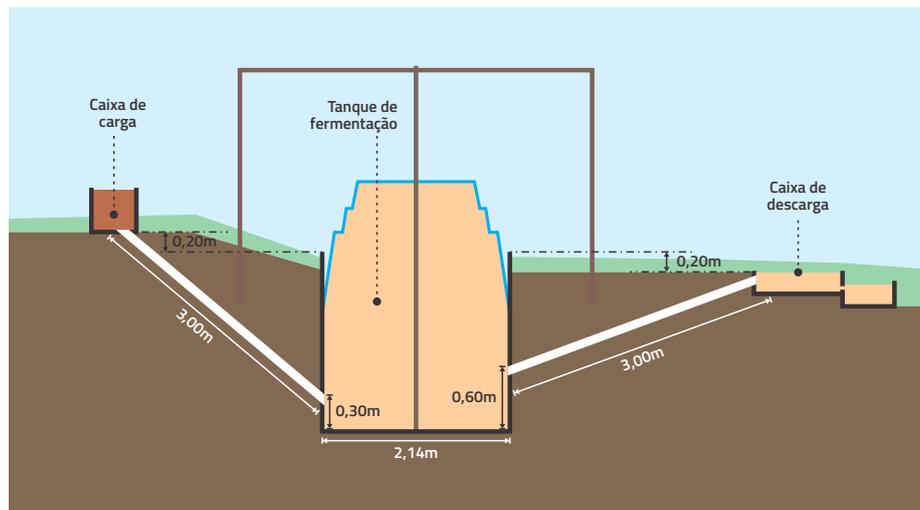
O biogás produzido no processo possui cerca de 60% de metano, um gás combustível que pode ser utilizado para substituir lenha ou gás liquefeito de petróleo (GLP), além disso, dependendo do porte do biodigestor e dos equipamentos utilizados, também pode ser usado para outras finalidades, tais como: iluminação, aquecimento da água do banho, limpeza de equipamentos para ordenha e aquecimento de ambientes.

O biofertilizante, por conter nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, pode ser utilizado no solo para melhorar sua fertilidade ou ser misturado à água para ser usado na plantação como adubação foliar.

O biodigestor sertanejo é baseado no modelo indiano de biodigestores, ou seja, possui uma cúpula móvel para armazenamento do biogás, tendo sido desenvolvido e melhorado por várias instituições no nordeste brasileiro para se adaptar às necessidades, às técnicas e aos materiais de construção mais utilizados na região.

Esse modelo 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. Na caixa de carga, são colocados os dejetos de bovinos, suínos, caprinos e/ou aves misturados com água, os quais abastecem o tanque de fermentação, onde é produzido e armazenado o biogás (**Figura 1**). Já na caixa de descarga, é eliminado um produto líquido, o biofertilizante, resultado do processo de fermentação.

Figura 1
Partes do biodigestor sertanejo



Fonte: Diaconia (2021).



©Leidiane Ferronato Mariani



©Leidiane Ferronato Mariani

Essa tecnologia social não tem como principal foco a rentabilidade e o lucro, mas a redução de custos e o acesso à combustível renovável para cocção. Isto não significa que arranjos comerciais viáveis não possam ser alcançados, ainda que, em comparação a outros modelos de negócios, a rentabilidade seja menor. Entretanto, é necessário considerar os benefícios ambientais, os impactos positivos na saúde da população local e a melhoria na qualidade de vida desse mesmo grupo.

A população local, que utiliza lenha para a cocção de alimentos, é diretamente afetada, de forma positiva, por esse tipo de projeto, pois a substituição por biogás gera uma melhoria na qualidade do ar dentro dos ambientes, evita a coleta de lenha e contribui para a destinação adequada tanto dos dejetos animais, quanto do esgoto.

Esse tipo de projeto resulta em uma redução de custos quando comparado com o uso de combustíveis fósseis, o que pode representar uma economia relevante de, aproximadamente, 12% do salário-mínimo, para as famílias de baixa renda, conforme mencionado anteriormente. A efetivação de tais projetos também pode engajar a população local em projetos de cooperativismo e levá-la a implementar mais biodigestores, o que exigiria programas de treinamento e educação.

A redução de custos, a prevenção da coleta de lenha, a geração de renda local para essas famílias e os impactos associados à saúde e ao bem-estar são fatores-chave para a melhoria da qualidade de vida de mulheres e crianças. Com mais tempo livre, renda e um ambiente mais saudável, as mulheres podem se dedicar a outras tarefas adicionais de renda ou educação.

Esse modelo poderia ser replicado por todo o país, em áreas rurais, com base em políticas públicas de apoio e incentivo e em parcerias inovadoras entre empresas privadas e entidades governamentais, líderes comunitários, ONGs e associações. Espera-se, também, que esquemas inovadores de financiamento, com condições especiais ou requisitos ambientais, sociais e de governança mais rigorosos para os investidores, desempenhem papéis importantes para o desenvolvimento dessa tecnologia social. Além disso, os órgãos de assessoria técnica rural são parceiros vitais, já que podem fornecer o conhecimento necessário sobre os sistemas à população e às autoridades locais.

Adicionalmente, o desenvolvimento dessa tecnologia social pode promover a produção agroecológica por famílias agricultoras. Dada sua característica circular, o uso de digestato como biofertilizante pode aumentar a produtividade das culturas agrícolas dessas famílias, que, muitas vezes, não podem pagar por fertilizantes, gerando, assim, consequentemente, segurança alimentar.

No âmbito da participação da agricultura familiar na produção de alimentos para o mercado interno do Brasil, a agricultura familiar foi responsável por 70% da produção nacional de mandioca², 23% da produção de feijão², 12% do milho², 11% do arroz², 18% do trigo², 9% da soja², 38% do café³, 64% do leite (composto por 64% do leite de vaca⁴ e 69% do leite de cabra⁵), 51% do efetivo de suínos⁶, 46% das aves⁷ e 31% dos bovinos (IBGE, 2017f, 2017g, 2017a, 2017b, 2017d, 2017e, 2017c). Tal resultado demonstra o quanto o biodigestor pode ter um papel fundamental no aumento da produtividade de alimentos pela agricultura familiar, com efeitos importantes na composição da cesta básica nacional. Outro dado interessante diz respeito à área ocupada por pastagens: dos 80,89 milhões de hectares da agricultura familiar, 48% eram destinados a pastagens (IBGE, 2019).

² Utilizou-se a Tabela 6959 (IBGE, 2017g): Quantidade produzida nas lavouras temporárias.

³ Utilizou-se a Tabela 6955 (IBGE, 2017f): Quantidade produzida nas lavouras permanentes nos estabelecimentos com 50 pés e mais existentes.

⁴ Utilizou-se a Tabela 6913 (IBGE, 2017b): Quantidade produzida de leite de vaca (mil litros).

⁵ Utilizou-se a Tabela 6928 (IBGE, 2017d): Quantidade produzida de leite de cabra (mil litros).

⁶ Utilizou-se a Tabela 6926 (IBGE, 2017c): Número de cabeças de suínos nos estabelecimentos agropecuários (cabeça).

⁷ Utilizou-se a Tabela 6940 (IBGE, 2017e): Número de cabeças de galinhas, galos, frangas, frangos e pintos nos estabelecimentos agropecuários (mil cabeças).

Uma análise multicritério dos impactos desse modelo tecnológico (**Figura 2**) apresenta resultados que contribuem, diretamente, para a demonstração dos benefícios potenciais do biodigestor sertanejo como um Modelo de Negócio Inclusivo (MNI).

O MNI é considerado pelo Instituto 17 um modelo financeiramente viável, por promover e/ou facilitar projetos voltados ao aproveitamento energético de resíduos, que tenham mais impactos positivos no âmbito social do que as práticas de negócio habituais e, assim, contribuam com a igualdade de gênero e a inclusão social. Em geral, o principal objetivo dos modelos de negócio é maximizar os lucros. O MNI vai além de uma abordagem centrada no lucro, pois foca, adicionalmente, em: como os benefícios são distribuídos para a sociedade a partir de qualquer modelo de negócios; e como os benefícios sociais podem ser maximizados dentro de determinados parâmetros. O MNI deve entender como um conjunto mais amplo de partes interessadas e participantes, tais como minorias, grupos marginalizados ou de baixa renda, podem compartilhar efetivamente do desenvolvimento, operação e atividades complementares do projeto e, conseqüentemente, ser afetados pelo desenvolvimento do negócio. O uso de uma abordagem de MNI permite explorar e propor outros valores para o desenvolvimento de negócios alinhados com o crescimento inclusivo e sustentável e com maiores impactos de desenvolvimento socioeconômico em vários níveis. Entre esses valores, pode-se citar o desenvolvimento local, incluindo grupos locais marginalizados pelo mercado, de modo a promover o acesso à energia e a outros produtos e serviços para pessoas vulneráveis, reduzindo, assim, as desigualdades (por exemplo, com base na discriminação de gênero e raça).

Com base na metodologia de Otoo e Dreschel (2018), foram observados os impactos do biodigestor sertanejo a partir de: a) Impacto econômico (rentabilidade/*payback*); b) Impacto social; c) Impacto ambiental; d) Escalabilidade e replicabilidade; e e) Inovação.

Figura 2
Análise multicritério do modelo de biodigestor sertanejo

Rota tecnológica: Biodigestor Sertanejo



Localizações principais

- Este modelo é apropriado para configurações em todo o Brasil (ex. famílias agricultoras, cidades do interior e áreas urbanas com grupos vulneráveis).
- Projetos regionais emblemáticos podem atuar como propulsores, devido ao aumento da legitimidade junto aos tomadores de decisão do setor público e ao fornecimento de treinamento local para a população.



Características-chave

- **Proposta de valor:** recuperação de energia a partir de resíduos, serviço ambiental, segurança energética, o que aumenta a qualidade de vida e renda e propicia cozimento limpo.
- **Redes e atividades-chave:** municípios, comunidades locais, investidores, desenvolvedores de projetos.
- **Recursos:** qualquer resíduo orgânico disponível.
- **Relações com clientes:** autoconsumo de biogás e uso do digestato.
- **Estrutura de custos:** biodigestor, tratamento de biogás e sistema de uso.
- **Fluxos de Caixa:** custos evitados com combustíveis e taxas.
- **Externalidades:** mitigação de emissões de GEE, desenvolvimento local (renda, empregos, cadeia de suprimentos).

Competitividade

- Este modelo tende a ser desenvolvido para garantir melhorias na qualidade de vida local das comunidades e substituir combustível para cocção. Em algumas situações, apesar de ter viabilidade econômica, o público-alvo nem sempre tem capacidade de investimento.
- Há um requerimento por parcerias entre desenvolvedores de projetos, fundações organizacionais e municípios. Além disso, pode ser incorporado no âmbito de programas habitacionais.
- Há possibilidade de uma maior atratividade do modelo para os investidores mediante pequenas taxas de juros, considerando a redução do custo com combustíveis e o desenvolvimento da comunidade local.

Performance do Modelo de Negócio Inclusivo (MNI)

- Este modelo é um dos que mais promove impacto local para a vida das pessoas.
- Sua escalabilidade depende do design individual de cada projeto.
- Apesar disso, representa um enorme potencial em termos de número de unidades.
- Este modelo possui uma série de benefícios intangíveis (ex. redução de tempo de coleta de lenha, melhor qualidade do ar).



Entre os aspectos analisados nesta publicação, estão os potenciais impactos que a implementação da tecnologia do biodigestor sertanejo pode ter no Brasil. A seguir são apresentadas algumas estimativas⁸:

- Potencial número de unidades⁹: 50 a 200 mil
- Potencial investimento: R\$ 150 a 850 milhões
- Potencial de produção de biogás: 10 milhões m³/ano, equivalente a, aproximadamente, 304 mil botijões de GLP¹⁰.
- Potencial mitigação de emissões de GEE: 10 a 100 ktCO₂eq/ano

É preciso ter em mente que o biodigestor sertanejo é uma tecnologia destinada ao uso doméstico, sendo caracterizado como um empreendimento de pequena escala, voltado a atender demandas sociais e econômicas de famílias rurais de baixo poder aquisitivo. Ainda que os números não pareçam muito expressivos quando se analisa um biodigestor individualmente, é importante perceber o potencial de instalação da tecnologia no país – uma implementação em massa desse tipo de biodigestor, em todas as regiões do país, pode gerar impactos reais nas esferas social, ambiental e econômica, considerando a participação da agricultura familiar na produção de alimentos.

Segundo dados do IBGE (2019), o número de pessoas ocupadas na agricultura familiar corresponde a 67% do total da agropecuária. Ao se considerar a geração de energia pelo biodigestor e o aumento da produtividade no cultivo de alimentos, devido ao uso de biofertilizante, infere-se que, indiretamente, a tecnologia contribui para a manutenção de empregos na agricultura familiar.

Seu grande potencial de instalação em diversas áreas rurais do Brasil e a promoção de programas de treinamentos para as comunidades locais para replicação da tecnologia, considerando-se a elevada porcentagem de estabelecimentos agropecuários dedicados à agricultura familiar, podem estimular o desenvolvimento local e produzir um impacto significativo em termos de criação de empregos indiretos e microempreendedorismo, através, por exemplo, da cocção e comercialização de produtos da agricultura familiar. De acordo com dados do Censo Agropecuário, do total de estabelecimentos agropecuários, 77% (3,9 milhões de estabelecimentos) correspondem à agricultura familiar, os quais ocupam 23% da área dedicada a atividades agropecuárias no país (IBGE, 2019). A replicação desse biodigestor pode levar a levantamentos para o desvelamento das necessidades locais e para adaptação do arranjo tecnológico a outras realidades, o que pode gerar o surgimento de modelos de negócios mais lucrativos.

⁸ Estimativas realizadas com base em levantamentos dos autores.

⁹ Estimativa baseada no número de propriedades agrícolas familiares, supondo que o potencial esteja entre 1% e 5% dessas propriedades.

¹⁰ Estimativa realizada considerando a equivalência de 1 m³ de metano a 0,66 kg de GLP.

3

BENEFÍCIOS DO BIODIGESTOR SERTANEJO SOB A ÓTICA DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Em 2015, a ONU propôs aos seus países-membros uma nova agenda de desenvolvimento sustentável para os próximos 15 anos, a Agenda 2030, composta pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A implementação do biodigestor sertanejo e os resultados da produção de biogás estão diretamente relacionados ao alcance dos ODS, conforme apresentado na **Figura 3**. Além dos ODS destacados na figura, outros são alcançados indiretamente, quando da implantação do sistema, porém, nesta seção, serão discutidos apenas os impactados diretamente.



Figura 3

Biodigestor sertanejo e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável a ele diretamente relacionados

Perspectiva de integração e interdisciplinaridade entre os setores água, energia e alimento, por meio de uma gestão conectada e interdependente para o alcance da segurança hídrica, alimentar e energética.

Aumento da soberania alimentar e nutricional das famílias, já que ter o biogás ligado diretamente aos fogões significa maior facilidade de cozimento.

Garantia de resistência às estiagens, o que confere resiliência produtiva às famílias.

Uso de subprodutos do biogás (biogás nos fogões e aplicação de efluentes para cultivo agrícola), o que gera possível aumento de renda.

Aumento de renda, por meio da comercialização do biofertilizante e/ou dos alimentos gerados a partir do seu uso.

Garantia de maior fitossanidade aos animais e diminuição significativa de moscas, verminoses e de doenças de veiculação hídrica, graças à exigência de realização da limpeza dos currais e chiqueiros de forma sistemática.

Eliminação da fumaça e da fuligem do carvão, o que reduz, consideravelmente, as doenças respiratórias que atingem, de modo especial, crianças, mulheres e pessoas idosas, em função do maior tempo de exposição a situações de insalubridade.

Geração de impactos positivos no combate à mudança global do clima; e de potenciais contribuições para a conservação do ecossistema terrestre local, por deter o desmatamento e a perda de biodiversidade.

Combate ao desmatamento, o que contribui diretamente para a redução da emissão de gases de efeito estufa, ao evitar a queima da lenha, sendo este um de seus principais efeitos.

Transição do manejo predatório a uma relação equilibrada e sustentável com o meio ambiente.

Estabelecimento da mobilização e da formação das comunidades, por meio de um princípio metodológico.

Garantia de acesso a serviços básicos a todos, tanto via manejo de resíduo orgânico quanto pela produção de gás pelo biogás.

Otimização da permanência de jovens no campo e do desenvolvimento sustentável local.

Promoção da realidade em seu entorno, que se torna um campo fértil para a implementação de ações que busquem uma distribuição mais igualitária dos ganhos potenciais de uma transição energética bem-sucedida.

Promoção de inclusão social e econômica para uma parcela da população, uma vez que oportuniza acesso a bens e serviços e melhora as condições de vida das pessoas em pequenas propriedades familiares do Semiárido brasileiro.



O biodigestor sertanejo apresenta benefícios diretos para as famílias que utilizam a tecnologia, mas também se relaciona com questões mais amplas que dialogam com a promoção de uma vida digna e com a construção de novas paisagens no Semiárido brasileiro. Esses e outros aspectos relacionados aos ODS são descritos nos itens a seguir.

3.1 Autonomia energética para cocção de alimentos

O biodigestor sertanejo também se caracteriza por sua contribuição à autonomia energética das famílias para a cocção de alimentos. O caráter de sustentabilidade se dá a partir da produção e utilização de biogás em fogões domésticos. A independência energética das famílias consolida-se no fato de que todo biogás necessário para a preparação de seu alimento passa a ser produzido de forma autônoma em suas propriedades, rompendo, definitivamente, com a dependência da renda para a compra do botijão de gás GLP e com as dificuldades de acesso e logística para entrega desse botijão.

Do ponto de vista econômico, a implementação do biodigestor, na unidade familiar, tem um impacto imediato. O custo total para sua construção é de, aproximadamente, R\$ 4.000,00 (quatro mil reais), entretanto, sua utilização gera uma economia, por família, de, aproximadamente, R\$150,00 (cento e cinquenta reais)¹¹ por mês, ou R\$1.800,00 (mil oitocentos reais) por ano, considerando o gasto médio de um botijão e meio de GLP por mês.

Mesmo considerando o incipiente investimento na implementação de biodigestores sertanejos no Brasil, é preciso ressaltar que se trata de uma fonte permanente de produção energética, renovável e contínua, com total autonomia das famílias, que reduz diretamente a dependência dos meios tradicionais de geração de energia nas áreas rurais (queima da lenha). Nesse cenário, a tecnologia pode significar uma contribuição pequena do ponto de vista da matriz energética, porém, apresenta significativo impacto em relação ao consumo no âmbito domiciliar. A independência para a produção de energia e a possibilidade de usos dos subprodutos, de forma alternativa – seja no uso do biogás em fogões ou aplicação de efluentes do biodigestor para cultivo agrícola – com chance de aumento de renda, levam o biodigestor sertanejo ao **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 1- erradicação da pobreza.**

¹¹ Estimativa baseada no valor médio do GLP (99,621) na região Nordeste do Brasil para período de janeiro de 2022, de acordo com a ANP. https://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Ultimos_Meses_Index.asp.

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 – energia limpa e acessível é o que se conecta diretamente à intencionalidade principal do biodigestor sertanejo, por se tratar da garantia do acesso a fontes de energia viáveis, sustentáveis e modernas para todos. Como o biodigestor sertanejo é uma tecnologia de forte caráter social e com perfil de alta replicabilidade, contribui para o fornecimento de energia limpa para grupos em situação de vulnerabilidade.

A biodigestão no Semiárido brasileiro, em propriedades familiares, encaixa-se no conceito nexus: uma perspectiva de integração e interdisciplinaridade entre os setores água, energia e alimento, que propõe uma gestão conectada e interdependente para o alcance da segurança hídrica, alimentar e energética. Esse contexto de segurança em três âmbitos sustenta uma busca pelas metas do **ODS 2 – fome zero e agricultura sustentável**. A combinação desses três fatores proporciona acesso a uma alimentação positiva e saudável, que pode ser assegurada pela obtenção do biogás para a cocção e por uma agricultura sustentável.

A garantia de padrões de consumo e de produção sustentáveis é outro aspecto previsto no **ODS 12 – consumo e produção responsáveis**, conexão que se evidencia pelo fato de que a tecnologia objeto deste estudo tem, como uma de suas premissas, a transição entre o manejo predatório e uma relação equilibrada e sustentável com o meio ambiente. Além disso, estabelece, como princípio metodológico, a mobilização e formação das comunidades.

Todos os benefícios citados, neste subcapítulo, e suas respectivas vinculações aos ODS levam a crer que um outro Objetivo pode ser alcançado: a redução das desigualdades. Em uma conjuntura em que não há um equilíbrio de oportunidades em relação à alimentação, à energia, ao cultivo da terra e à renda, é incoerente falar de desenvolvimento. Assim, considerando o processo de nivelamento social com o qual o biodigestor sertanejo busca contribuir, por meio da alavancagem do acesso de comunidades e grupos marginalizados a serviços básicos que propiciam, diretamente, chances de empoderamento e inclusão, se estabelece, aqui, um vínculo com o **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 10 – redução das desigualdades**.

3.2 Convivência com o Semiárido e fortalecimento da agricultura familiar de base agroecológica

De acordo com a Articulação do Semiárido Brasileiro do Nordeste (ASA), metade dos nove estados do Nordeste possui mais de 85% de suas áreas caracterizadas como semiáridas, e esta região do país possui quase 60% da população em situação de extrema pobreza (ASA, 2022). Além disso, de acordo com o Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), a agricultura familiar compreende 77% dos estabelecimentos agrícolas do país e emprega mais de 10 milhões de pessoas, o que representa 67% do total de pessoas ocupadas na agropecuária. Um pouco mais de 50% dos estabelecimentos da agricultura familiar do país estão no Semiárido (ASA 2022).

No esforço de dar respostas a essa população, de modo a estabelecer condições para a convivência com essa condição de semiaridez, algumas experiências têm se mostrado exitosas. Essa é uma questão central para a permanência da população nas áreas rurais, pois se trata de superar os desafios que impedem o acesso das famílias aos insumos necessários para a realização de atividades básicas, tais como plantar, alimentar-se ou cozinhar.

É nesse contexto que a potencialidade do biodigestor sertanejo se destaca como elemento importante para o funcionamento de sistemas agroecológicos, por meio do uso do biofertilizante gerado (**Figura 4**). Essa é uma tecnologia capaz de contribuir para garantir resistência às estiagens e conferir resiliência produtiva às famílias, uma vez que a agricultura familiar requer diversidade de produção, em função, exatamente, da insuficiência hídrica. Esse benefício tem conexão direta com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável **1, 2, 10, 11 e 15 – erradicação da pobreza, fome zero e agricultura sustentável, redução das desigualdades, cidades e comunidades sustentáveis e vida terrestre**. Em uma região atingida de forma brutal pela desigualdade, a implementação de um sistema como o biodigestor sertanejo, – além de garantir à atividade agrícola mais estabilidade e um ciclo sustentável – resulta em uma oportunidade de geração de renda, por meio da comercialização do biofertilizante ou dos alimentos gerados a partir do seu uso (**Figura 5**).

Figura 4

Biofertilizante oriundo do tratamento de dejetos animais via biodigestor sertanejo comercializado em Feira Agroecológica.



Figura 5

Comercialização de produtos agroecológicos cultivados com biofertilizante oriundo do tratamento de dejetos animais via biodigestor sertanejo.



3.3 Proteção do meio ambiente e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas

Os efeitos das mudanças climáticas, como os processos de desertificação ocorridos na região do Semiárido brasileiro, vêm se tornando cada vez mais ameaçadores para a permanência das famílias agricultoras nas regiões rurais. Segundo dados do INSA, (2022), 85% do Semiárido brasileiro está em processo de desertificação moderado e 9% já está efetivamente desertificado. Estes números refletem a necessidade da preservação e conservação da vegetação de Caatinga¹², visto que é ela que protege o solo da erosão. A relação entre o biodigestor sertanejo e a proteção ao meio ambiente passa, exatamente, pela compreensão de que as adversidades provocadas pelas condições climáticas e socioeconômicas do Semiárido devem ser somadas às consequências da degradação ambiental.

O empobrecimento da população, que é agravado nos períodos de maior tempo de estiagem, aumenta a extração de lenha, que é utilizada, comumente, para o cozimento dos alimentos, mas, também, para a produção e venda de carvão, alimentando uma prática sistemática de desmatamento e exaustão de recursos naturais.

Essa prática, baseada na degradação do bioma Caatinga, reduz a capacidade produtiva do solo e as possibilidades sustentáveis de geração de renda, o que leva as famílias agricultoras a uma condição de insegurança alimentar e hídrica. Por estas razões, o biodigestor sertanejo se configura como uma resposta imediata a essa problemática, uma vez que descarta a necessidade do corte da lenha, evitando o desmatamento.

O conceito do biodigestor está intrinsecamente relacionado à economia circular, pois é entendido como um modelo de produção capaz de contribuir para o desenvolvimento econômico local, ao passo que promove a manutenção dos ecossistemas naturais e, concomitantemente, proporciona benefícios para as populações com maior vulnerabilidade econômica.

O biodigestor sertanejo exemplifica a ideia de circularidade dos recursos na perspectiva de consolidação de modelos de negócio inclusivos, uma vez que cuida dos resíduos orgânicos e os transforma em dois tipos de subprodutos: (i) energia em forma gasosa – promovendo soberania energética; e (ii) efluentes do digestor (que potencializam a capacidade da produção agroecológica e ainda podem gerar renda direta com sua comercialização).

¹²A Caatinga ocupa uma área de cerca de 844.453 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional e 70% da região Nordeste. Engloba os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais, e é onde vivem, aproximadamente, 27 milhões de pessoas.

Esse resultado do uso do biodigestor sertanejo também dialoga com o **ODS 13 – ação contra a mudança global do clima** (principalmente com a meta 13.3), o qual se refere à necessidade de se **adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos**. Isto se justifica por que um dos principais efeitos provocados pela implementação de biodigestores é, exatamente, o combate ao desmatamento, o que contribui diretamente para a redução da emissão de gases de efeito estufa. É importante ressaltar que o biodigestor sertanejo não tem efeito positivo imediato no processo de mudanças climáticas, mas seu uso permite uma adaptação, fortalecendo um grupo já fragilizado frente às consequências das alterações climáticas.

As mudanças climáticas também afetam desproporcionalmente mulheres, meninas e grupos marginalizados. As mulheres tendem a ser marginalizadas em relação ao poder econômico e político, assim, têm acesso limitado a recursos financeiros e materiais. Tal fato aumenta sua vulnerabilidade em relação às mudanças climáticas e limita seu potencial de adaptação. Uma intervenção como a do biodigestor sertanejo, que leva em consideração aspectos centrados em gênero, desenvolve ações climáticas mais bem projetadas, porque se baseia em uma compreensão mais abrangente das necessidades da comunidade (BEIS, 2021). Portanto, liga-se, aqui, este benefício do uso da tecnologia ao **ODS 5, relacionado ao empoderamento de mulheres e meninas**.

3.4 Promoção dos direitos das mulheres e das juventudes

O biodigestor sertanejo é uma tecnologia social importante no contexto em que está inserido, e até o momento, mais de 4 mil pessoas já foram diretamente beneficiadas com o seu uso, destas, 51% são mulheres, segundo dados da Diaconia.

A implantação do biodigestor traz benefícios diretos a toda família, mas também aponta, de forma especial, para uma maior qualidade de vida das mulheres camponesas, uma vez que, de maneira geral, são elas que assumem a responsabilidade pelo cuidado com a saúde da família e pela preparação dos alimentos, bem como, por todas as atividades necessárias para tal, como a busca e a queima da lenha para fazer o fogo. Nesse contexto, o tempo investido na coleta de lenha para a cocção pode ser considerado como custo de oportunidade, ou seja, o tempo poderia ser investido em outra atividade da casa ou da propriedade rural, de modo a gerar renda ou reduzir os custos da família.

As mulheres rurais vivem os mesmos problemas decorrentes da condição de ser mulher em uma sociedade marcada pelas injustiças de gênero, mas é preciso reconhecer e considerar questões específicas que impactam diretamente suas vidas:

- i. A realização do trabalho doméstico no meio rural impõe condições mais duras às mulheres, tais como: escassez e distância das fontes de água; precariedade na infraestrutura para serviços como armazenamento de água, transporte, energia, estradas, esgotamento sanitário e baixa taxa de utilização de eletrodomésticos; e isolamento das unidades familiares, o que dificulta a troca de serviços entre as famílias.
- ii. A alimentação familiar requer esforços também para a produção do alimento e não somente para seu preparo. Com isso, há uma quase indissociabilidade entre os espaços domiciliares, com forte envolvimento das mulheres em trabalhos produtivos, além dos reprodutivos. Dessa forma, as mulheres rurais vivem a dupla jornada de maneira menos explícita, e seu trabalho produtivo acaba por ser invisibilizado e confundido com o trabalho doméstico.
- iii. Os resultados econômicos do seu trabalho, ora se caracterizam como renda indireta pelo autoconsumo da família, e, portanto, não são contabilizados; ora, por serem auferidos fora do domicílio, são, por vezes, contabilizados no conjunto dos produtos da unidade familiar de produção, de forma que o trabalho específico realizado pelas mulheres acaba por não ser devidamente remunerado, restringindo sua autonomia financeira e seu protagonismo nas decisões sobre investimentos da família.

Estes são alguns dos aspectos que corroboram a relevância do biodigestor sertanejo na vida das mulheres do campo. A possibilidade de produzir gás de forma autônoma, no entorno da unidade residencial tem o potencial de: (i) reduzir e qualificar o seu tempo de trabalho, demandando muito menos esforço físico do que o dedicado à coleta e corte da lenha, ao acendimento do fogo e ao tempo de cozimento dos alimentos; (ii) evitar acidentes domésticos comuns no manejo da lenha, como queimaduras e cortes; (iii) oportunizar maior qualidade de vida, com a eliminação da inalação de fumaça provocada pela queima, e maior higienização do ambiente doméstico, eliminando a fuligem que provoca problemas respiratórios, além de tornar os ambientes escuros, quentes, tóxicos, inóspitos e insalubres; e (iv) contribuir para a ampliação de sua renda e facilitar a gestão das despesas domésticas, que são, na maioria dos casos, realizadas pelas mulheres.

Como no caso de outras populações, a juventude camponesa também sofre impactos diferenciados. A vivência dos jovens nas áreas rurais está permeada pelas dimensões sociais, culturais, identitárias, geográficas e políticas, e é na confluência de todas elas que é determinada sua condição de permanência nesses territórios.

O movimento crescente de saída de jovens do espaço rural precisa ser encarado como um fenômeno histórico, que se configura como uma ameaça à sucessão rural e à vida digna no campo. Esse movimento é, em grande parte, estimulado pela desvalorização da identidade da juventude rural e pelo descaso com suas demandas, que passam pela construção de outras possibilidades de sociabilidade, pelo exercício de direitos e pela efetivação de políticas públicas. O biodigestor sertanejo pode influenciar as dinâmicas vivenciadas pela juventude camponesa em busca de melhores condições de vida.

É a partir dessa leitura que se compreende a implementação de tecnologias sociais como uma estratégia capaz de incentivar a geração de renda para as juventudes e de possibilitar seu envolvimento com estudos e pesquisas de protótipos como o biodigestor sertanejo. Estes fatores podem contribuir, significativamente, para a permanência desses jovens no campo, uma vez que: colaboram para a valorização de sua participação na vida familiar e comunitária; ofertam atrativas condições de trabalho; e estabelecem uma relação equilibrada e sustentável com o meio ambiente.

O biodigestor sertanejo também se conecta com o alcance do **ODS 5**, que se refere à **promoção da igualdade de gênero e ao empoderamento das mulheres e meninas**, uma vez que sua implementação na unidade familiar tem o potencial de: reduzir e qualificar o tempo de trabalho das mulheres, oportunizar melhor condição de trabalho – tanto produtivo quanto reprodutivo; e contribuir para a ampliação de sua renda e promoção de sua autonomia.

O **ODS 10** trata da redução das desigualdades no mundo e dialoga com os impactos possíveis do biodigestor, quando se desafia a **reduzir desigualdades no interior dos países e entre países**. A realidade social ao redor da tecnologia do biodigestor sertanejo é um campo fértil para a implementação de ações que busquem uma distribuição mais igualitária dos ganhos potenciais de uma transição energética bem-sucedida. Ainda que a implementação do biodigestor não signifique crescimento expressivo da renda para a população mais pobre, é possível inferir que ela é capaz de promover inclusão social e econômica para essa parcela da população, uma vez que oportuniza acesso a bens e serviços e melhora as condições de vida das famílias em pequenas propriedades da agricultura familiar do Semiárido brasileiro. Escolher seguir com uma extensiva instalação de biodigestores domésticos significaria uma escolha clara pelo empoderamento e inclusão de todos, especialmente de grupos identificados como vulneráveis e como base da pirâmide – econômica e socialmente.

3.5 Promoção da saúde e soberania alimentar e nutricional

A contribuição do biodigestor sertanejo para a promoção da saúde nas comunidades é outro aspecto a ser destacado. O seu uso impõe a realização da limpeza dos currais e chiqueiros de forma sistemática, prática esta que garante maior fitossanidade aos animais e diminuição significativa de moscas, verminoses e doenças de veiculação hídrica. Além disso, a eliminação da fumaça e da fuligem do carvão reduz, consideravelmente, as doenças respiratórias, que atingem especialmente crianças, mulheres e pessoas idosas, em função do maior tempo de exposição às referidas situações de insalubridade. Estes impactos trazidos pela tecnologia do biodigestor sertanejo estão conectados ao **ODS 3**, focado na **garantia do acesso à saúde de qualidade e promoção do bem-estar para todos, em todas as idades**.

A sistemática coleta de dejetos de animais e a limpeza dos ambientes, como currais e chiqueiros, motivadas pela necessidade de alimentação do biodigestor, além de contribuírem para uma destinação mais adequada dos dejetos, evitam a contaminação da água e garantem maior qualidade hídrica e saneamento básico adequado. Aqui, observa-se também, uma ligação com o **ODS 6**, referente à **garantia da disponibilidade e gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos**.

Por fim, o biodigestor sertanejo contribui, ainda, para o aumento da soberania alimentar e nutricional das famílias, uma vez que dispor de biogás ligado diretamente aos fogões significa maior facilidade de cozimento. O biogás diminui o tempo necessário para o processo de cocção e, conseqüentemente, amplia as condições para a preparação dos alimentos. Em decorrência disso, a família passa a se alimentar em intervalos menores de tempo e o próprio valor nutricional do que é consumido pela família se qualifica a partir da maior diversificação e quantidade de produtos cultivados.

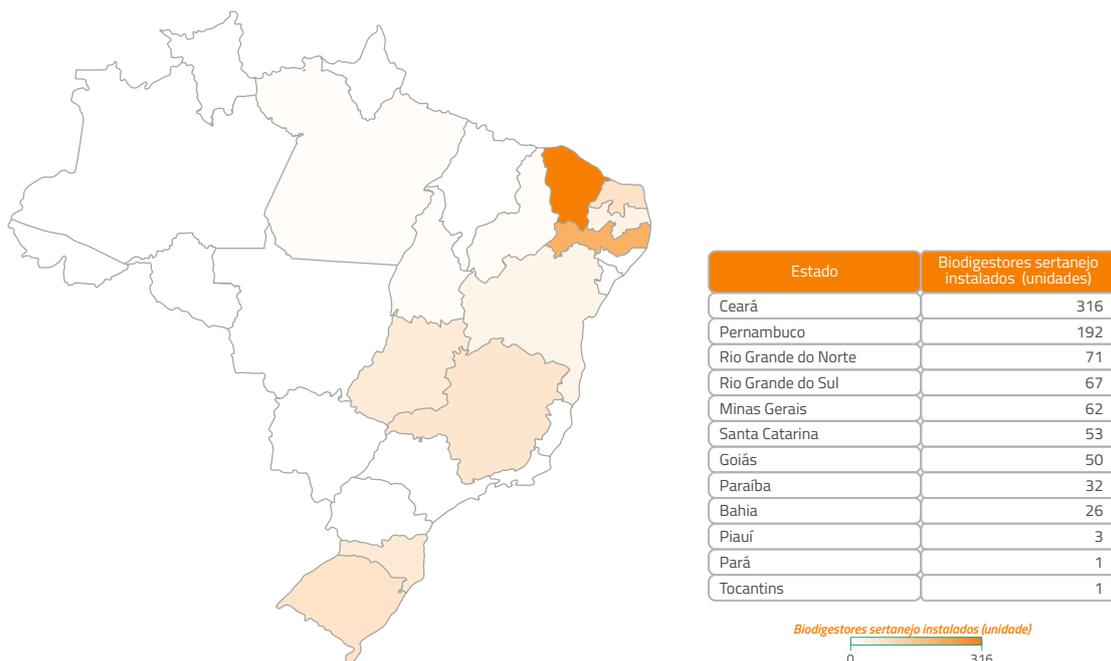
Aqui, conclui-se que os efeitos do biodigestor sertanejo alcançam os **ODS 1 e 2** - que dizem respeito à **erradicação da pobreza e fome zero e à agricultura sustentável**, respectivamente, que se associam à facilitação da convivência com o Semiárido e à promoção da soberania alimentar e nutricional. Não só o biogás, enquanto fonte de energia para o cozimento de alimentos, contribui para uma melhoria considerável da realidade nutricional das comunidades do Semiárido, mas também o digestato gerado, que viabiliza um processo de produção agrícola mais eficaz e que atende melhor às necessidades locais.

4

RECOMENDAÇÕES PARA A DISSEMINAÇÃO DO BIODIGESTOR SERTANEJO

O biodigestor sertanejo pode, notadamente, gerar benefícios e ajudar o Brasil a alcançar vários dos ODS, considerando-se necessário disseminar a tecnologia para que mais famílias tenham acesso à energia limpa e acessível e ao biofertilizante para a produção de alimentos. Segundo dados da Diaconia, existem, atualmente, 874 unidades do biodigestor sertanejo instalados no Brasil, em diversos estados, com destaque para o Ceará e Pernambuco. A **Figura 6** apresenta a distribuição geográfica dos biodigestores sertanejos instalados no Brasil.

Figura 6
Distribuição geográfica dos biodigestores sertanejo instalados no país.



Fonte: Diaconia (2021).

Para uma maior disseminação, deve-se buscar diálogo entre as instituições com experiência em biodigestor¹³ sertanejo e formadores de políticas públicas, além de estreitar as possibilidades de inserção desta tecnologia nas estratégias adotadas por governos, instituições de pesquisa, empresas, organizações sociais e outros agentes envolvidos nos processos de desenvolvimento territorial. A partir das análises da Diaconia, em contato direto com a aplicação da tecnologia, foram observados alguns desafios e algumas barreiras para essa disseminação, conforme apresentado na **Figura 7**.

Figura 7
Barreiras para disseminação do biodigestor sertanejo



¹³Instituições que implementaram biodigestores sertanejos: ACEV Social, CAATINGA, Canteiro Soluções, Cáritas Brasileira, Casaco – Coletivo ASA Cariri Oriental, CECOR, CEPFS, CETRA, Diaconia, EMPAER, Instituto Novo Sertão, Instituto Solidare, PATAC, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Aquicultura do Estado do Tocantins – SEAGRO, SERTA, Rede de Cultivos Agroecológicos do Alto Sertão Paraibano.

Todos esses obstáculos e/ou barreiras demonstram que existem melhorias, adaptações e desafios a serem superados e, para isso, algumas recomendações são apresentadas, no que se refere a: formação, formulação, implementação de políticas públicas, pesquisas, estudos e financiamento (**Figura 8**).

Figura 8
Recomendações para disseminação do biodigestor sertanejo



ASPECTOS FORMATIVOS

- Estruturar um programa de capacitação sobre a tecnologia.
- Ampliar investimento nos processos formativos para implementação dos biodigestores.
- Ampliar o número de pessoas capacitadas para operar os biodigestores, de forma que seja suficiente para responder a futuras demandas para a tecnologia em outras escalas.
- Estruturar um centro de capacitação de agentes multiplicadores.
- Apoiar organizações com experiência na implementação do biodigestor sertanejo para ampliar as iniciativas de ações formativas, de divulgação e de assessoria técnica.



FORMULAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

- Difundir informações sobre o biodigestor sertanejo no âmbito governamental, mobilizando agentes públicos nas esferas municipal, estadual e federal.
- Fomentar as políticas de acesso à crédito para construção de biodigestores.
- Inserir a tecnologia na metodologia e ações dos programas e projetos governamentais de habitação rural.
- Formular e implementar políticas públicas de âmbito estadual na perspectiva do fortalecimento da agricultura familiar.



PESQUISAS E ESTUDOS

- Fortalecer as iniciativas, estudos e pesquisa capazes de contribuir para a disseminação da tecnologia.
- Investir nos estudos e pesquisas que tratam da adaptação da escala às necessidades energéticas de cada propriedade.
- Articular a criação de cursos de extensão e/ou programas de formação sobre Tecnologias Sociais junto às Escolas técnicas, Instituições Federais (IFs) e Universidades.



FINANCIAMENTO

- Incluir o biodigestor como um item nas linhas de financiamento existentes que já visam tanto promover o acesso à energia quanto desenvolver a infraestrutura local.
- Combinar linhas de financiamento de infraestrutura básica para desenvolver projetos multidimensionais em associação com estados, que podem estar encarregados de contratar os projetos.
- Criação de esquemas de microfinanciamento para apoiar a difusão da tecnologia.

Essas características e potencialidades dialogam com aspectos importantes de políticas públicas já existentes em nível nacional ou estadual no Brasil, sejam elas de meio ambiente, de segurança alimentar, de saneamento básico rural ou de energias renováveis, como é possível observar no conjunto de apontamentos e contribuições.

Um exemplo de política pública que pode fomentar o uso do biodigestor sertanejo é o Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária (ABC+). Em seu escopo, o Plano possui como atividade, em um dos eixos estratégicos, a implantação do Manejo de Resíduos da Produção Animal para a geração de biogás direcionada à aplicação do ABC+ para produtores rurais menos favorecidos. Esta atividade está voltada diretamente para: estabelecimentos de agricultura familiar, assentados da reforma agrária, ribeirinhos, comunidades tradicionais e pequenos produtores. Além da meta em número de unidades instaladas, o Plano prevê a capacitação de técnicos extensionistas quanto à tecnologia (MAPA, 2021).

O governo de Tocantins tem sido referência na construção de políticas públicas que visam ao desenvolvimento sustentável e à preservação ambiental na perspectiva de redução das desigualdades sociais. No contexto do Plano ABC (programa de tratamento de dejetos animais), a SEAGRO realizou, com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, em dezembro de 2019, a celebração de um convênio que tem como objetivo “Fomentar o Uso de Biodigestores no Estado do Tocantins”. A SEAGRO firmou, também, termo de cooperação técnica com a Diaconia, com o objetivo de dar continuidade aos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos para fomentar e difundir a tecnologia do biodigestor sertanejo.

No entanto, seria importante que essa e outras tecnologias sociais, que promovemos objetivos de desenvolvimento sustentável por meio do aproveitamento energético de resíduos, fossem consideradas amplamente em mais políticas públicas e, inclusive, que houvesse uma ação focada em incentivar sua implementação e disseminação no país.

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O biodigestor sertanejo é uma tecnologia capaz de causar impactos significativos quando se trata da perspectiva de melhorar a sustentabilidade de regiões agrícolas do Brasil. Esta potencialidade se expressa, concretamente em sua metodologia facilmente replicável; em seu baixo custo de investimento; em sua capacidade de mobilização social, de formação das pessoas e interação com as comunidades; e em sua contribuição efetiva para a proteção do meio ambiente. Todas as análises sobre o uso da tecnologia evidenciam seu potencial também enquanto cadeia de produção na perspectiva do modelo econômico circular, para aumentar a renda para pessoas com maior vulnerabilidade econômica.

Nesse sentido, existe um vasto caminho a ser percorrido, e os desafios para sua efetivação estão postos não somente para as esferas do poder público, mas também para as empresas, organizações sociais, centros de pesquisa e, ainda, para as famílias agricultoras. Apesar das inúmeras barreiras ainda existentes para sua aplicação e disseminação, a Diaconia e o i17 acreditam que esses desafios podem ser superados, pois as características e as potencialidades do biodigestor sertanejo dialogam com aspectos importantes de políticas específicas que tratam do meio ambiente, da segurança alimentar, do saneamento básico rural e das energias renováveis.



6

REFERÊNCIAS

ASA. **Semiárido - É no Semiárido que a vida pulsa!** 2022. Disponível em: <https://www.asabrazil.org.br/semiarido>. Acesso em: 2 Feb. 2022.

BEIS. **Guidance on Gender Equality and Social Inclusion (GESI)**. UK: BEIS, 2021.

DAGNINO, Renato. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas**. 1. ed. Campina Grande: EDUEPB, 2014. v. 1

IBGE. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: 2019.

IBGE. **Tabela 6910 - Número de estabelecimentos agropecuários com bovinos, Efetivos e Venda, por tipologia, condição do produtor em relação às terras, grupos de cabeças de bovinos e grupos de atividade econômica**. 2017a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6910>.

IBGE. **Tabela 6913 - Número de estabelecimentos agropecuários que produziram leite de vaca, Vacas ordenhadas nos estabelecimentos agropecuários, Quantidade produzida de leite de vaca, Valor da produção de leite de vaca, Número de estabelecimentos agropecuários que venderam leite de vaca cru, Quantidade vendida de leite de vaca cru e Valor da venda de leite de vaca cru, por tipologia, grupos de atividade econômica e grupos de área total**. 2017b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6913>.

IBGE. **Tabela 6926 - Número de estabelecimentos agropecuários com suínos, Efetivos e Venda, por tipologia, condição do produtor em relação às terras e grupo de cabeças de suínos**. 2017c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6926>.

IBGE. **Tabela 6928 - Número de estabelecimentos agropecuários com caprinos, Efetivos, Venda e Produção de leite, por tipologia, condição do produtor em relação às terras e grupo de cabeças de caprinos.** 2017d. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6928>.

IBGE. **Tabela 6940 - Número de estabelecimentos agropecuários com galinhas, galos, frangos, frangas e pintos, Efetivos, Venda, Produção de ovos e Venda de ovos, por tipologia, grupos de cabeças e condição do produtor em relação às terras.** 2017e. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6940>.

IBGE. **Tabela 6955 - Produção, Valor da produção, Venda, Valor da venda, Colheita, Área plantada e Efetivos das plantações da lavoura permanente nos estabelecimentos agropecuários, por tipologia, produtos da lavoura permanente, condição do produtor em relação às terras e grupos de atividade econômica.** 2017f. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6955>.

IBGE. **Tabela 6959 - Produção, Valor da produção, Venda, Valor da venda e Área colhida da lavoura temporária nos estabelecimentos agropecuários, por tipologia, produtos da lavoura temporária e grupos de área total.** 2017g. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6959>.

INSA. **Semiárido brasileiro.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/insa/semi-arido-brasileiro>. Acesso em: 3 Feb. 2022.

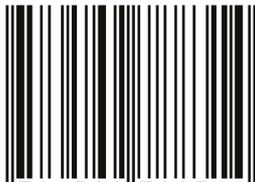
KUNZ, Airton. **Experiência da Embrapa com biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos - 1.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.

MAPA. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária 2020-2030.** Brasília: MAPA, 2021.

OTOO, Miriam; DRESCHER, Pay. *Resource Recovery from Waste - Business Models for Energy, Nutrient and Water Reuse in Low- and Middle-income Countries.* Taylor & Francis Group, 2018.

ISBN: 978-65-997883-1-4

CRL



9 786599 788314