



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

O processo de implementação da tecnologia social Biodigestor Sertanejo em comunidades rurais do Município de Lajes Pintadas/RN.

Nathércia Larisse do Nascimento Silva, UFRN, nathercialarisse@gmail.com
Nixdali Freire de Oliveira, UFRN, nixdalifreire@gmail.com
Nathália Adelayde Loureiro, UFRN, adelaydenathalia@gmail.com
Paulo Gabriel Moreira Soares, UFRN, paulogmoreiras@gmail.com
Príncia Gomes Alves, UFRN, princiagomess16@gmail.com
Samyra Valeska Jorge Guedes, UFRN, samyra.jg@outlook.com.br
Cibele Gouveia Costa Chianca, UFRN, cibelegc@gmail.com
Hérika Cavalcante Dantas da Silva, UFRN, herika.cavalcante@ufrn.br
Sandra Rufino, UFRN, sandra.rufino@ufrn.br

RELATO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA **EIXO TEMÁTICO: TECNOLOGIA SOCIAL E INOVAÇÃO SOCIAL**

RESUMO

A instalação de biodigestores promove o suprimento de biogás e biofertilizante, gerando um impacto ambiental positivo para os usuários do sistema, além de contribuir para mitigar os efeitos das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), já que utiliza-se de tecnologia mais limpa. O sistema adotado faz uso da matéria orgânica com potencial energético; por meio da decomposição anaeróbia, obtém-se o biogás e biofertilizante. O gás gerado, composto principalmente por metano, caracteriza-se por sua alta inflamabilidade, sendo utilizado em residências como gás de cozinha. Ademais, o biofertilizante proveniente da ação das bactérias anaeróbias produz um material pastoso que auxilia na adubação de plantas, sendo fundamental para o melhor desenvolvimento das plantações situadas na comunidade. Com isso, os biodigestores ajudam a reduzir as despesas das famílias que adotam essa tecnologia social, reduzindo a frequência de compra de gás de cozinha - GPL e proporcionando a geração de outras fontes de renda através de sua utilização do gás e da comercialização do biofertilizante. Neste relato, apresenta-se a parametrização para seleção das famílias através da aplicação de um questionário. Observou-se a viabilidade da instalação do biodigestor sertanejo, considerando a infraestrutura local e questões de natureza social como o nível de escolaridade, composição familiar, renda, entre outros aspectos. A aplicação dos questionários foi fundamental para estabelecer contato com as famílias, alinhar expectativas em relação à tecnologia social, e identificar as necessidades da comunidade para a adaptação do sistema. O planejamento para implantação da tecnologia teve como ponto de partida a aceitação, sendo primordial para sua utilização, incluindo a disposição para adotar o biodigestor.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás. Biofertilizante. Biodigestor sertanejo. Engenharia Popular.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

CONTEXTO

A organização Engenheiros Sem Fronteiras núcleo Natal (ESF-Natal), situada no Rio Grande do Norte, é uma incubadora de tecnologia social da UFRN, responsável por propor e executar ações de desenvolvimento social, valorizando o envolvimento comunitário, unindo voluntários e formando-os para gerar impactos nas comunidades onde atuam. Seu objetivo consiste na promoção de ações de inovação, utilizando também de tecnologias sociais implementadas no semiárido potiguar, visando possibilitar às famílias o acesso a tecnologias que promovam seu desenvolvimento. A instituição abrange diversas áreas do conhecimento, atuando em diversos eixos dentro da Engenharia Popular, sendo um deles o eixo sustentabilidade. Neste eixo, há o projeto biodigestor, que utiliza uma tecnologia social para proporcionar às comunidades rurais em situação de vulnerabilidade social uma vida mais digna através deste sistema.

O biodigestor é uma tecnologia que utiliza uma câmara de fermentação anaeróbica para transformar dejetos animais e vegetais em dois produtos valiosos: biogás e biofertilizante. Ambos podem ser amplamente aproveitados pelas comunidades beneficiadas (Arruda *et al.*, 2022). Considerando a realidade do semiárido nordestino, onde a seca e o clima árido são predominantes, essa tecnologia se apresenta como uma alternativa sustentável à queima de lenha e carvão, que são comumente utilizados nas áreas rurais (Silva; Correia, 2024). Para a implementação do projeto em questão, foi utilizado o biodigestor sertanejo, inspirado no modelo indiano (Barros *et al.*, 2020). Esse biodigestor é construído com materiais acessíveis, como alvenaria, canos de PVC e outros materiais de baixo custo, o que também contribui para o fortalecimento do comércio local.

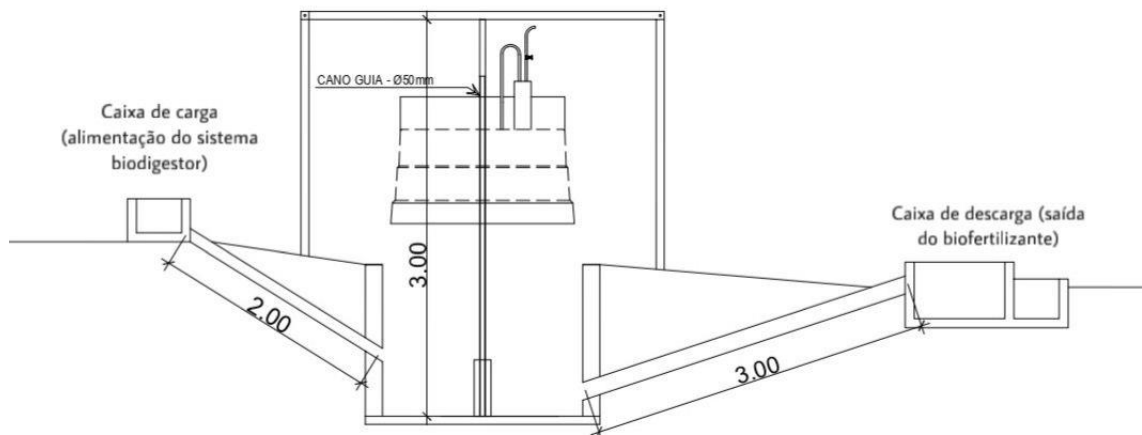


XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

No processo da digestão adotada pela tecnologia proposta para geração de biogás, são produzidos gases como dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4), além de pequenas quantidades de ácido sulfídrico (H_2S) e amônia (NH_3), utilizados para manter a chama do fogão acesa para uso doméstico. Esse sistema contribui de forma significativa para as famílias contempladas, que utilizam essa tecnologia para preparar sua alimentação diária, gerando impacto social e financeiro. Além disso, as famílias podem utilizar o biofertilizante gerado para comercialização, contribuindo para a formação de uma renda extra.

Os biodigestores são instalados manualmente, sendo planejados, estruturados e situados após um estudo de locação para determinar a melhor posição que atenda à residência, seguindo o projeto desenvolvido pela equipe, como mostrado na figura 1:

Figura 1 - Corte esquemático do sistema biodigestor



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A instalação dos biodigestores segue um planejamento que começa com a viabilidade de implantação do biodigestor, seguida pela capacitação das famílias selecionadas, estudo de locação e finaliza com a instalação do sistema. Após a instalação do biodigestor é iniciada a operação com a alimentação do equipamento e a produção de gás e biofertilizante após aproximadamente 30 dias. Os produtos do biodigestor são monitorados para atestar a qualidade do biogás e do biofertilizante, além da realização de pequenos ajustes no sistema, quando necessário (Figura 2). Sua locação estratégica



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

considera a viabilidade da alimentação do sistema através da distância dos abrigos dos animais que contribuirão para seu abastecimento e a proximidade com a cozinha, procurando situar o sistema próximo de ambos, garantindo um processo mais eficiente tanto em sua alimentação como na distribuição do gás para o fogão, evitando a necessidade de muitas conexões na ligação para prevenir a perda de pressão na tubulação. Ademais, também é levado em consideração a precaução quanto ao fluxo de pessoas ou animais perto equipamento, podendo acarretar em desvios acidentais em seus componentes, impedindo a efetivação de seu processo anaeróbio para o abastecimento da residência.

Figura 2 - Instalação e operação dos biodigestores



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Visando uma implantação mais precisa e uma efetiva utilização do sistema pelos agricultores, esse trabalho utiliza-se da aplicação de questionários para seleção de famílias no intuito de auxiliar as comunidades, os assentamentos e os pequenos agricultores com baixa renda, aproximando-os e difundindo a tecnologia na região. Isso permite alcançar mais famílias e localidades, contribuindo para a disseminação do acesso à inovações sociais para pessoas que necessitam de sistemas que contribuam positivamente em sua rotina. Além disso, a aplicação de questionários para seleção de



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

famílias auxilia a parametrização dos selecionados para receberem a tecnologia, bem como a adequação futura decorrente do seu uso, assegurando a eficácia do sistema.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

No início de 2023, os membros do projeto Biodigestor, juntamente com o Serviço de Apoio aos Projetos Comunitários (SEAPAC) se reuniram para realizar uma pesquisa de campo com o objetivo de coletar informações das famílias potencialmente elegíveis para receber a tecnologia do biodigestor na região de Lajes Pintadas/RN por meio do financiamento da Fundação *Populorum Progressio*. O processo de seleção visava entrevistar as famílias e analisar sua propriedade, observando pontos e fazendo anotações sobre os pontos levantados nos questionários utilizados.

Os parâmetros utilizados para selecionar as famílias seguiam critérios específicos, divididos em aspectos sociais e técnicos. Esses critérios incluíam: 1) Nome do entrevistado (podendo ser uma pessoa ou o casal responsável pela residência); 2) Nível de escolaridade, variando desde o ensino fundamental incompleto até a pós-graduação; 3) Quantidade de pessoas na residência; 4) Fonte de renda da família, incluindo a existência de atividades empreendedoras e, em caso afirmativo, quais eram essas atividades; 5) Atividades realizadas pela família na comunidade, como agricultura, agropecuária, pecuária, etc.; 6) Produtos comercializados pela família na comunidade; 7) Interesse da família em receber o biodigestor, após explicação sobre seu funcionamento e vantagens; 8) Criação de animais na residência, especificando quais animais, suas quantidades, se eram criados soltos ou confinados e o destino das fezes; 9) Consumo de gás de cozinha na residência e a quantidade consumida mensalmente; 10) Existência de algum corpo hídrico próximo à comunidade; 11) Disponibilidade de um local para a instalação da tecnologia; 12) Existência de pessoas dispostas e capacitadas para alimentar o biodigestor; 13) Satisfatória incidência solar no local de instalação; 14)



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

Adequação do local de instalação, considerando a ausência de muitos pedregulhos ou a necessidade de perfurações profundas; 15) Distância do local de instalação até a cozinha da residência; 16) Distância do biodigestor até a casa. Esses foram os parâmetros analisados pelo projeto, do primeiro ao sétimo foram considerados aspectos sociais, com o objetivo de compreender o público-alvo com o qual se irá trabalhar, bem como suas dificuldades, utilizar como forma de aproximação do projeto com as comunidades e identificar a necessidade de adaptar a linguagem técnica a uma abordagem mais acessível. No intervalo do nono ao décimo sexto, foram avaliados aspectos técnicos, com a finalidade de analisar os fatores mencionados e determinar se a família estaria apta a receber e utilizar a tecnologia.

Famílias que possuíam distâncias superiores a 15 metros para a instalação, animais insuficientes ou que não produzem fezes suficientes, solos com muito pedregulho ou demasiado rochoso, não ter alguém disponível para alimentação ou com residências com acesso impedido à máquina de escavação tiveram que ser excluídas do processo seletivo. Este processo de seleção visava garantir que as famílias que cumprissem todos os parâmetros definidos anteriormente pelo questionário fossem consideradas aptas a receber a tecnologia, assegurando assim a eficácia e a sustentabilidade da tecnologia social.

Após a identificação e análise dos critérios, 25 famílias foram selecionadas com base nas respostas ao questionário aplicado. Subsequentemente, a SEAPAC realizou a instalação dos biodigestores nas propriedades dessas famílias. Após um período de adaptação, que durou um período de cerca um ano, com o auxílio e acompanhamento contínuo do projeto Biodigestor e da SEAPAC, foram implementadas algumas alterações para otimizar o manuseio e a adaptação da tecnologia às condições locais. As observações e ajustes realizados foram incorporados nas construções subsequentes, visando aprimorar a eficácia e a adequação da tecnologia às realidades específicas das famílias beneficiadas.

Após esse período, por meio de um edital de financiamento da Fundação Banco do Brasil, foram obtidos recursos para a construção de mais 25 biodigestores. Em virtude



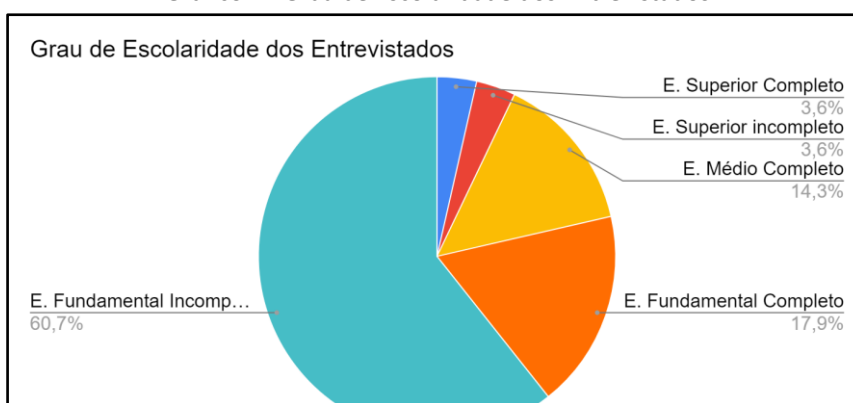
XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

dessa conquista, os membros do Projeto Biodigestor foram convidados pela SEAPAC para realizar uma capacitação das novas famílias que seriam beneficiadas pela tecnologia. O objetivo era apresentar de forma acessível a tecnologia do biodigestor, seu funcionamento, os benefícios potenciais e o processo de construção. Esse processo de capacitação durou dois dias: o primeiro dia consistiu em palestras explicativas, e o segundo dia incluiu visitas a campo, onde as famílias puderam observar os aprimoramentos realizados em biodigestores já instalados. As famílias que atenderam aos critérios estabelecidos no questionário mencionado anteriormente foram selecionadas para receber a construção da tecnologia do biodigestor em suas residências.

RESULTADOS

Entre os candidatos das comunidades de Lajes Pintadas, verifica-se que em média os núcleos familiares são compostos por 4 pessoas. Os entrevistados têm em sua maioria fundamental incompleto como pode ser observado no *gráfico 1*. A maioria destes possuem como fonte de renda, o auxílio governamental para as famílias em situação de vulnerabilidade social. A atividade econômica predominante é a agricultura familiar de subsistência, com venda do excedente da produção. É válido ressaltar que os dados sociais, bem como o número de residentes, são fundamentais para a seleção adequada da família beneficiada, pois influenciam diretamente na capacidade de operação do sistema. Por exemplo, quando a renda é proveniente de aposentadoria e o indivíduo exerce atividades agrícolas em sua residência, a operação do sistema tende a ser mais facilitada. Entretanto, no caso de deslocamento diário para áreas urbanas, essa operação pode apresentar maiores dificuldades.

Gráfico 1 - Grau de Escolaridade dos Entrevistados





XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

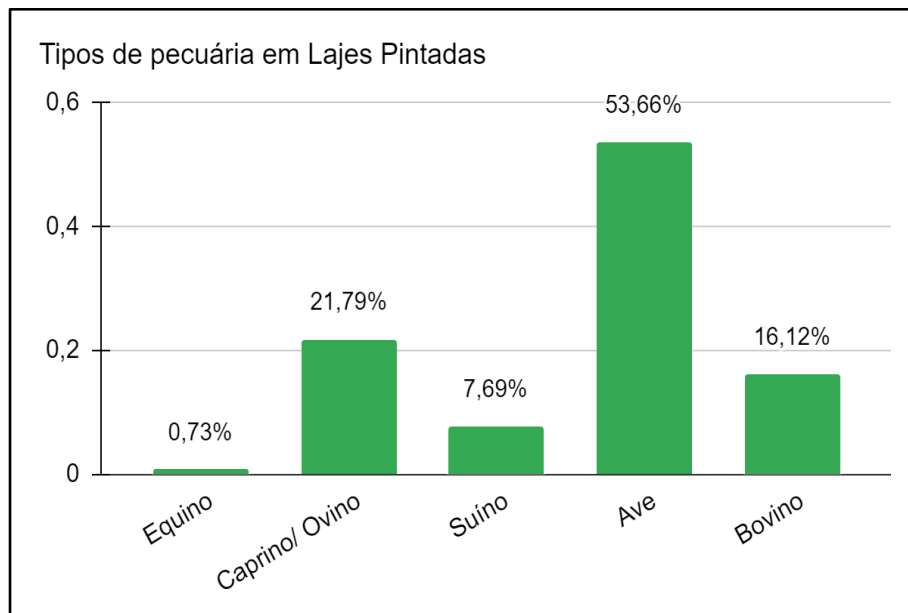
Uma das premissas para receber a tecnologia é a existência de algum tipo de atividade pecuária na propriedade, conforme o gráfico 2, observa-se que a criação de aves se destaca, porém a mesma não tem a capacidade de contribuir tanto para o funcionamento de um biodigestor, pois precisaria de uma quantidade muito maior de aves do que as que se cria atualmente para se tornar equivalente aos demais animais. Dentre os rebanhos, constata-se que as comunidades apresentam maiores quantitativos para caprinos, ovinos e bovinos.

Convém ressaltar que o esterco suíno e bovino produzem a maior quantidade de biogás e são mais indicados na alimentação da tecnologia social, entretanto, o mesmo se adapta facilmente à disponibilidade de animais da família. Dessa maneira, realiza-se um dimensionamento da demanda de gás necessária para o lar, levando em consideração o número de residentes, geralmente 4 pessoas por família, e a quantidade de animais. Para a alimentação do dispositivo, recomenda-se a carga de um carrinho de mão, cerca de 25 quilogramas de biomassa, o que corresponde a dejetos de 3 bois, ou de 10 suínos ou de 12 caprinos. Caso a quantidade de animais seja insuficiente para atender à demanda de gás, a instalação do biodigestor torna-se inviável.

Gráfico 2 - Tipos de pecuária em Lajes Pintadas



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A maioria das famílias entrevistadas busca reduzir o consumo do botijão, utilizando-o apenas para cozinhar refeições que exigem maior quantidade ou tempo de preparo. Em geral, as mulheres, responsáveis pela preparação das refeições, têm uma participação mais ativa no uso do biodigestor, que relataram que a duração média de um botijão de gás é de 45 dias. Como alternativas, recorrem ao uso de carvão e lenha. Tais possibilidades acarretam em diversos problemas ao meio ambiente, com liberação de dióxido de carbono e desmatamento, e aos indivíduos com problemas respiratórios, além de risco de queimaduras.

Com a crescente adoção da tecnologia nas comunidades, observamos que não há obstáculos culturais significativos para sua aceitação. Inicialmente havia ceticismo quanto à possibilidade de gerar gás de cozinha a partir de esterco atestado neste primeiro contato através dos questionários. Porém, após a instalação dos primeiros biodigestores, a confiança na ciência e na colaboração universitária se consolidou. Com o tempo, os próprios usuários se apropriaram da tecnologia ao ponto de compreenderem profundamente seus princípios de funcionamento e serem capazes de resolver os desafios técnicos que surgem durante sua operação.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

Dessa forma, tais questionários são ferramentas fundamentais para identificar as carências da comunidade, alinhar expectativas com a tecnologia, planejar adequadamente e avaliar a viabilidade social. Eles ajudam a determinar se a comunidade está disposta a aceitar a intervenção e seu impacto, incluindo a disposição para adotar o biodigestor. Nesse estágio inicial, ao apresentar os requisitos à família, o local de instalação é escolhido. Esse processo leva em conta a disposição do equipamento e envolve a participação da comunidade, promovendo transparência, engajamento e aceitação, ao mesmo tempo em que atende às necessidades da família.

Convém salientar que os formulários permitem ainda a personalização do biodigestor, uma vez que cada dispositivo é único. Isto se deve tanto aos tipos de dejetos de animais que há na propriedade analisada, como também devido à localização que influencia no trajeto da tubulação de gás, condições e características de cada lar.

Atualmente, o projeto está focado em monitorar e avaliar a qualidade dos produtos gerados, gás e biofertilizante. Nesse contexto, esses dados são fundamentais para avaliações e observações que permitam medir o impacto do biodigestor, com base no número de residentes, consumo médio de gás de cozinha da família, disponibilidade e tipologia do excremento animal na propriedade.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, Mariliz H. et al. Dimensionamento de biodigestor para geração de energia alternativa. **Revista científica eletrônica de agronomia**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2002.

BARROS, G. C., Farias Júnior, M., Santos, M. N. F., Nascimento, F. C., Pascoal, C. D., & Duarte, M. D. S. (2020). Biogás e agricultura familiar no nordeste brasileiro: a experiência da ONG CETRA apoiada pela cooperação internacional no semiárido cearense. **Revista RedBioLAC**, 4, 39-43.

SILVA, Jose Edson; CORREIA, Lais Ariane. BIODIGESTOR SERTANEJO COMO ALTERNATIVA PARA A CONSERVAÇÃO DO SEMIARIDO POTIGUAR. **HOLOS**, [S. l.], v. 6, p. 1–11, 2020. DOI: 10.15628/holos.2020.10125. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10125>>. Acesso em: 26/06/2024.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil