



# RENOVA SEMIÁRIDO

Energias  
Renováveis



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Semiárido paraibano



PqTcPB  
Fundação do Parque  
Tecnológico da Paraíba



Universidade Federal  
de Campina Grande



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Investindo nas populações rurais

# RENOVA Energias Renováveis SEMIÁRIDO



Energia **Eólica**



Energia **Solar**



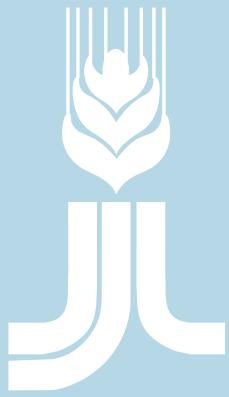
Biodigestor



Ecofogão

Bioágua





# PORTFÓLIO DIGITAL **ENERGIA EÓLICA**



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertão paraibano



PaqTcPB  
Fundação Parque  
Tecnológico da Paraíba



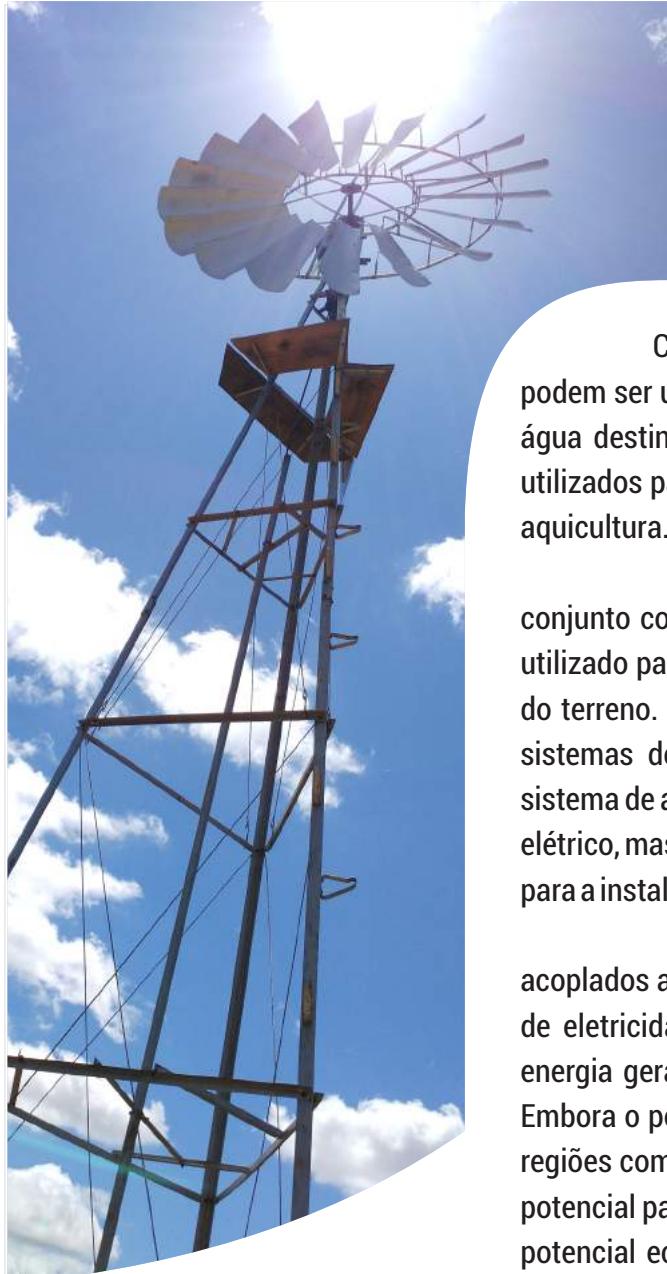
Universidade Federal  
de Campina Grande



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Investindo nas populações rurais



Cataventos são dispositivos que aproveitam a energia dos ventos. Eles podem ser usados para geração de energia elétrica ou para o bombeamento de água destinada ao armazenamento ou irrigação. É possível ainda que sejam utilizados para movimentar aeradores de tanques de tratamento de água ou na aquicultura.

Para o bombeamento de água, o catavento deve ser instalado em conjunto com uma bomba do tipo pistão. Para fins de irrigação, é geralmente utilizado para bombear água para reservatórios posicionados numa cota maior do terreno. Do reservatório, a água pode então ser distribuída por gravidade a sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão ou superfície. É um sistema de alto custo de aquisição em comparação ao sistema de bombeamento elétrico, mas de baixo custo de operação e manutenção. Uma necessidade básica para a instalação do sistema é que na região tenha ventos acima de 2 m/s.

Já no uso para geração de energia elétrica, os cataventos são acoplados a geradores elétricos (aerogeradores) que são ligados à rede pública de eletricidade, ou ainda utilizados para alimentar um banco de baterias. A energia gerada por esses dispositivos é então denominada de Energia Eólica. Embora o potencial brasileiro para a geração de energia eólica seja elevado, as regiões com maior percentual da agricultura familiar instalada não apresentam potencial para a geração de energia por grandes parques eólicos. No entanto, há potencial eólico suficiente para geração de energia elétrica a ser utilizada no processo produtivo da agricultura familiar com uso da irrigação.

Como visto, são diversas as aplicações dos cataventos, que variam de acordo com a necessidade, principalmente em áreas remotas, onde são utilizados para geração doméstica de energia elétrica e para bombear água. Também são empregados em sítios turísticos ou naqueles longe das redes elétricas, para a geração de energia elétrica para operar todos os equipamentos de apoio e máquinas de processamento. Os aerogeradores de pequeno porte são utilizados para provimento de energia em escalas variadas, para atendimento desde uma comunidade isolada, até pequenos arranjos para gerar eletricidade em parques eólicos compostos por pequenos aerogeradores. Nestas escalas, os aerogeradores de pequeno porte são usados para suprimento de água, dessedentação de animais, irrigação e drenagem de várzeas, podendo ou não estar associados a outros dispositivos de geração e armazenamento de energia em sistemas híbridos, ou seja, sistemas com mais de uma fonte de energia. Formas de produção local, a exemplo, pequenos aerogeradores, poderiam vir também a representar uma solução definitiva para suas necessidades de energia elétrica ou ainda a utilização de cataventos no bombeamento de água do subsolo para o uso agrícola e doméstico.

Tanto o catavento destinado ao bombeamento de águas do subsolo, quanto aqueles destinados à produção de energia elétrica em pequena escala se adequam perfeitamente ao uso em comunidades agrícolas, pois fornecem meios necessários à subsistência humana, animal e vegetal. Deve-se também considerar que a diversificação da matriz energética rural é imprescindível, especialmente para o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis nas propriedades rurais. É importante também levar em consideração que o uso de tecnologias como essa melhoram a renda do agricultor, pois diminuem os custos de manutenção. O catavento é uma tecnologia que traz consigo a perspectiva do agricultor adquirir um recurso tecnológico importante que não requer conhecimento técnico avançado e nem apresenta um custo de manutenção elevado para sua manutenção.

A possibilidade de rentabilizar os recursos financeiros do agricultor, evitando que ele invista em equipamentos que requeiram conhecimento técnico específico e elevado custo de aquisição, como é o caso de painéis fotovoltaicos, oportunizou a centenas de propriedades rurais a melhoria na qualidade de vida através da cessão de kits de catavento com sistemas de irrigação pelo FIDA. Atualmente no Semiárido brasileiro, os cataventos rurais mais utilizados são aqueles destinados ao bombeamento de água para consumo e irrigação. Na Paraíba, por exemplo, foram instalados 498 cataventos entre os anos de 2016 e 2019, uma parceria do Governo da Paraíba e o FIDA, em comunidades beneficiadas pelo Procase (Projeto de Desenvolvimento Sustentável do Cariri, Seridó e Curimataú), em 56 municípios do semiárido paraibano. Em geral, esses equipamentos são populares e quase sempre possuem o mesmo design, seguindo o modelo americano. Realizam o trabalho mecânico de bombear água e, por serem populares, após instalados, sua manutenção é fácil e com frequência espaçada.

## Fatores que promovem ou limitam a adoção da tecnologia

O uso da energia eólica, seja para o bombeamento hidráulico de poços, seja para a geração de energia elétrica, apresenta diversas vantagens de usos e bem como desafios. Ao contrário de outras fontes de energia como o petróleo e até mesmo a água, o vento é simplesmente o ar em circulação e, em função disso, não há chances de acabar um dia. Por isso, não há restrição para o uso e aproveitamento dos benefícios da energia eólica. Essa fonte energética é tão sustentável que não há emissão de quaisquer elementos que poluem o ar ou o meio ambiente. Se não bastasse a preservação do meio ambiente, a energia eólica é econômica. Na agricultura familiar o aproveitamento dos ventos ocorre principalmente com o uso de cataventos hidráulicos. A principal vantagem para o uso desses equipamentos na agricultura familiar do semiárido é que os cataventos funcionam sob condição de baixa e média pressão podendo, assim, ser utilizados para o bombeamento de fontes de água de pequena vazão. Além disso, não requer a filtração da água para o seu bombeamento e permite a aplicação localizada da água, com um menor custo de investimento em relação aos demais sistemas de irrigação.

Contudo, algumas dessas vantagens apresentadas podem tranquilamente também serem desvantagens, pois esse tipo de tecnologia é limitada a regiões com disponibilidade de ventos. Esse fato é ainda mais importante quando se trata do uso de cataventos para a irrigação, onde o



bombeamento precisa ser mais constante. Além disso, o uso para bombeamento de águas salobras também aumenta os custos com a manutenção, pois o equipamento é constantemente afetado por incrustação e ferrugem. Assim, esse sistema é indicado para irrigação de áreas menores que 3 ha, o que limita a expansão das áreas produtivas.

Em geral o custo x benefício é maior do que a instalação de eletrobombas. Nos testes realizados pela Embrapa em Pacajus-CE, o sistema apresentou eficiência para pequenas áreas. Na comparação com o sistema de bombeamento elétrico, a utilização do catavento apresentou um custo inicial maior. Mas, a médio e longo prazos, o sistema de irrigação utilizando energia eólica apresentou vantagens, uma vez que não é preciso pagar pela fonte de energia, a manutenção dos equipamentos também tem um custo menor, além de ser um sistema não poluidor do meio ambiente. Levando em conta o volume diário médio de água bombeado, a utilização de um conjunto eletrobomba de 1.0 CV monofásica seria suficiente para atender a demanda hídrica de uma área de 6.000 m<sup>3</sup> irrigados. Contudo, deve ser levada em consideração a necessidade da existência de rede elétrica e, ainda, ao pagamento mensal da conta de energia. Qualquer que seja o sistema de acionamento da bomba, pequenos agricultores descapitalizados não podem arcar com as despesas de implantação.

Mas não é apenas o processo de aquisição que pode ser considerado um desafio transponível para o uso dessa tecnologia por agricultores familiares no Semiárido brasileiro. Embora seja uma tecnologia popular e muito conhecida no meio rural, em geral o equipamento requer manutenção rotineira e o reparo deve ser feito por pessoal especializado. Isso pode dificultar a manutenção, especialmente em comunidades mais afastadas de zonas urbanas. Além disso, com o bombeamento de águas pesadas o equipamento é frequentemente afetado por incrustação de ferrugem. Assim, capacitar minimamente o agricultor para realizar a manutenção e executar pequenos reparos, é crucial para a independência tecnológica, empoderamento e, consequentemente a redução significativa de custos com assistência técnica.

Um outro desafio, que se torna mais uma limitação da tecnologia, é que para seu uso, se faz necessário existir na localidade a disponibilidade permanente de ventos, especialmente quando a destinação do catavento é para o bombeamento de água para irrigação, o que exige um fluxo de ventos mais constante. Além disso, o uso do catavento para irrigação é comprovadamente eficaz para pequenas áreas produtivas, o que pode auxiliar na operação de pequenos produtores, mas é um desafio a ser considerado, quando se trata do seu uso em comunidades.

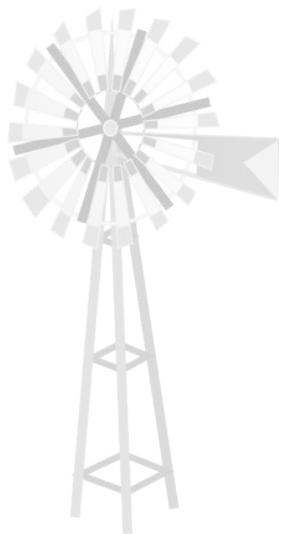
# ANÁLISE DE CUSTO BENEFÍCIO

Custos de instalação (valor em R\$): 7.000,00 (compra + instalação)

Custos de manutenção (valor em R\$): 500,00/ano

Tempo de vida útil da tecnologia (valor em anos): 30 anos

Impactos ambientais (valor percentual): 0



## Impactos sociais

Os longos períodos de estiagem, somado às altas temperaturas, fazem do convívio com o Semiárido brasileiro, um desafio para o agricultor familiar, especialmente de regiões mais pobres. Para aqueles que não abandonaram suas terras em busca de sustento nas grandes cidades, é comum andar quilômetros de distância à procura de água, nem sempre potável, carregada em cima de jumentos, ou mesmo ainda em latas pesadas sob a cabeça. Para as famílias, essa tarefa é quase sempre da mulher e das crianças, pois o homem é responsável pelo trabalho na roça, pela cria dos animais e pela comercialização dos produtos do trabalho familiar. Indiretamente, essas condições desafiadoras trazem consequências até mesmo para saúde e a redução do nível de escolaridade dessas populações. A ampliação da oferta de água promovida pelo FIDA, em parceria com os Governos Estaduais, impactou positivamente na vida dessas pessoas. Com a água, a produtividade agrícola e dos rebanhos aumentou nessas regiões e, com isso, a fixação do homem no campo, possibilitando a ampliação da área cultivada e, consequentemente, oferta de alimentos para a mesa de todos.

Campo de palma irrigado com água obtida a partir do uso de catavento em Algodão de Jandaíra - PB.



Com o índice de desenvolvimento humano baixo em regiões interioranas do semiárido brasileiro, é esperado que o nível de escolaridade, de saneamento básico e financeiro dessas comunidades também sejam baixos. Consequentemente, o acesso a empresas que possam oferecer assistência técnica especializada também é limitado. Desta forma, para que uma determinada tecnologia possa ser adotada por essas comunidades, é imprescindível, que seja considerada a resistência/durabilidade, a simplicidade de operação e reparo, bem como o barateamento dos custos com a manutenção. Os cataventos cumprem com todas essas exigências, sendo uma tecnologia consolidada, um equipamento considerado resistente e duradouro, com baixo custo de aquisição e manutenção e com fácil manejo. Embora tenha algumas limitações, especialmente quanto à capacidade de uso e à necessidade de ventos constantes, tem sido uma alternativa barata e importante para proporcionar qualidade de vida ao homem do campo no Semiárido brasileiro.

Existem diversas empresas que fabricam, comercializam, instalam e fornecem serviço de manutenção de cataventos hidráulicos no Semiárido brasileiro. Não obstante, mesmo sendo uma obra da evolução tecnológica, os catavento são práticos, pois podem ser adaptados a diversas situações; duráveis, podem ter uma vida útil de até 30 anos; ecológicos pois não utilizam nenhuma fonte de energia acessória (apenas o movimento dos ventos); e de fácil manutenção, pois suas peças componentes são de fácil aquisição e o conserto pode ser feito em pequenas cidades.

Os custos de aquisição e manutenção são proporcionais à necessidade de uso e, consequentemente, à vazão de bombeamento de água pretendida e à velocidade média dos ventos na localidade de instalação. No ano de 2020, o preço de aquisição dessa tecnologia pode variar de R\$ 4.000,00 a R\$ 10.000,00 dependendo da vazão. Por exemplo, um catavento montado em uma torre de 10 m de altura que fornece uma vazão de água entre 10.000 e 15.000 L/dia, pode chegar a R\$ 4.900,00 reais. Para o uso de cataventos em sistemas de irrigação, um estudo feito em 2003 pela Embrapa Agroindústria Tropical estimou que para montar uma área irrigada de 6.000 m<sup>2</sup> com catavento hidráulico seriam necessários em torno de R\$ 15.500,00. Com o preço atualizado para o ano de 2020, esse mesmo sistema poderia custar cerca de R\$ 19.300,00.

## ANÁLISE DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>

A redução das emissões de CO<sub>2</sub> nos sistemas com cataventos pode ser calculada a partir da comparação com o consumo de energia elétrica para o bombeamento de volume de água equivalente (no caso de bombas elétricas) ou pela comparação com o consumo de diesel no caso de conjuntos motobomba a combustível. Apesar de ser necessário um estudo caso a caso para verificar a redução das emissões de CO<sub>2</sub> com cataventos, a substituição do bombeamento elétrico ou a combustível pelo bombeamento por cataventos pode mitigar as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. A tecnologia se enquadra no escopo 2, que se refere à compra de energia, de acordo com o inventário de emissões do GHG Protocol.



# QUANTIDADE TOTAL INSTALADA E NÚMERO DE BENEFICIÁRIOS

Quantidade Instalada (valor total): 498

Número de beneficiários (valor total): 3671 famílias

Municípios (valor total): 56



## QUANTIDADE DE PATENTES

Embora o catavento seja considerado uma invenção muito antiga, ao longo da história ele tem recebido diversos aprimoramentos direcionados a aumentar a eficiência desta tecnologia. Por exemplo, pesquisando a palavra-chave "catavento" na base do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) de 1992 a 2015 registraram-se 27 pedidos de patentes. Contudo, destas, contabilizaram-se apenas 10 pedidos que efetivamente se relacionam com melhorias voltadas para o bombeamento de água e irrigação de lavouras para comunidades rurais. Destas, os documentos das patentes PI 0012810-4 e PI 0000092-2 não estão disponíveis no banco de dados do INPI. O documento PI 0805788-5 A2 refere-se a uma tecnologia para geração de energia elétrica para pequenas comunidades, devido a isso, foi também considerada relevante. Outras tecnologias como a patente BR 20 2012 012558 2, por exemplo, trata de melhorias na estrutura da bomba d'água acoplada ao catavento. Nesta tecnologia, a bomba tem sua eficiência aumentada pela utilização de um pistão de dupla ação proporcionando uma redução de potência e disponibilizando segurança ao sistema de rotor eólico e bomba. Outro benefício a desta invenção é que o recalque da água pode atingir até 150 metros.

## TRL da Tecnologia social

A escala dos níveis de maturidade tecnológica (Technology Readiness Level - TRL) permite classificar e acompanhar o grau de maturidade do desenvolvimento de uma tecnologia, além de possibilitar a comparação direta entre diferentes ativos. Para produtos que já estão no mercado esses ativos devem ser classificados na escala a partir de 7 até 9. O catavento em seu formato atual já é uma tecnologia estável, aprimorada, amplamente comercializada e popular. Embora seja popularizado e considerado simples para uso e manutenção, o catavento hidráulico passou por muitos aprimoramentos tecnológicos ao longos dos anos, desde a sua idealização na Pérsia, 915 a.C. Mesmo assim, toda e qualquer tecnologia ainda é passível de ser aperfeiçoada, ou reformulada para otimizar sua performance ou destiná-la a outro uso. Para os projetos apoiados pelo FIDA, o catavento tem sido associado especialmente ao cultivo de palma e hortas, promovendo alimentação para os pequenos rebanhos e a população agrícola do Semiárido.

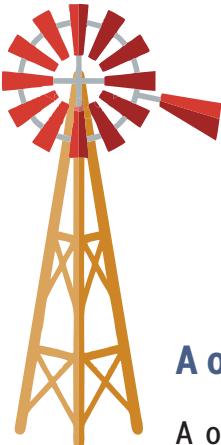


## EXPERIÊNCIAS REAIS

**LOCALIDADE:** Algodão de Jandaíra - PB

Visitamos o campo de palma forrageira e a horta de uma família beneficiada com um kit de irrigação movido a catavento financiado com recursos do FIDA na cidade de Algodão de Jandaíra, no interior da Paraíba. Hoje a propriedade tem um pedaço de terra irrigado com a água bombeada pelo catavento. As imagens representam claramente o estado geral da propriedade, com terras secas e rachadas. Contudo, a instalação desse projeto trouxe alegria e qualidade de vida para essa família.





## A origem do catavento é datada de 915 a.C

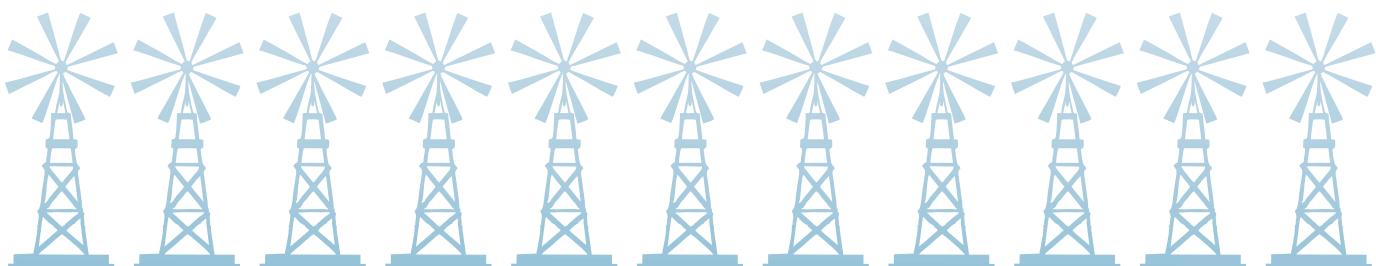
A origem do catavento remonta aos antigos moinhos de vento. Essa origem não está realmente clara, mas alguns estudiosos acreditam ter originado na Pérsia de 915 a.C, hoje Irã. Entretanto, existem indicações sobre o emprego de moinhos de vento mais remotos no Iraque, Egito e China. Na Europa, os moinhos de vento foram introduzidos no século XII, mas somente no século XV se espalharam pelo continente. Ao longo dos séculos, o uso da energia dos ventos se prestou a muitas aplicações como na moagem de grãos, extração de óleo, bombeamento de água, dentre outras.

## Uma tecnologia simples com uma fonte energética inesgotável para a agricultura

O funcionamento do catavento baseia-se no movimento das massas de ar, que, ao passar pelas hélices fazem com que suas pás girem. Para bombeamento de água, o catavento deve ser instalado em conjunto com uma bomba do tipo pistão. Para fins de irrigação, é geralmente utilizado para bombear água para reservatórios elevados. Do reservatório, a água pode então ser distribuída por gravidade a sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão ou superfície. É um sistema de alto custo de aquisição em comparação ao sistema de bombeamento elétrico, mas de baixo custo de operação e manutenção.

## A transição de um moinho de vento para a geração de energia elétrica

Charles Francis Brush (1849-1929), um dos fundadores da indústria elétrica dos Estados Unidos, construiu um grande moinho de vento na sua propriedade, em Cleveland. Esse foi o primeiro registro de uma turbina movida pelo vento para produção de eletricidade. O diâmetro do rotor era de 17 metros, com 144 lâminas feitas de madeira. A turbina funcionou por 20 anos e era usada para carregar baterias que ficavam no celeiro de sua mansão. Essa primeira versão gerava apenas 12 quilowatts (kW).



# REFERÊNCIAS CONSULTADAS

BARROS, Pedro Paulo da Silva. **Sistemas alternativos de irrigação para agricultura familiar**. 2007. 42f. Monografia (graduação) - Faculdades Integradas da Terra de Brasília, Brasília, 2007.

BARROSO, Teresa. Energia eólica pode ser alternativa para pequenas propriedades. **Embrapa**. 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17961474/energia-eolica-pode-ser-alternativa-para-pequenas-propriedades>. Acesso em: 27 nov. 2020.

BURGUEÑO, Luís Eduardo Torma; SILVA, João Baptista. O uso da energia eólica no bombeamento d'água, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 2, p. 167-172, 2003.

CANIVAROLLI, Devacil; TOMAZELLI, Idezio João; MOREIRA, João Antonio , CONRADO, Wesley Batista. **Bomba de pistão de dupla ação com acionamento eólico**. Depositante: Hidro Metalúrgica ZM Ltda. BR no. BR 20 2012 012558-2 U2. Depósito: 25 de maio de 2012. Concessão: 14 de julho de 2015.

Cata-vento. **WIKIPEDIA**. 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Cata-vento> Acesso em: 27 nov. 2020.

Catavento direto da fabrica (Cód. 69766), **MFRural**. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/69766/catavento-direto-da-fabrica>. Acesso em: 27 nov. 2020.

Cataventos, **Yvel**. 2017. Disponível em: <http://yvel.com.br/cataventos/> Acesso em: 27 nov. 2020.

Consulta à Base de Dados do INPI. **Instituto Nacional de Propriedade Intelectual**. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp> Acesso em: 27 nov. 2020.

CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo. **Sistema de irrigação localizada acionado por energia eólica**. Fortaleza: Embrapa, 2003, 13p. Disponível em: [http://www.cnpat.embrapa.br/docs/arquivos/Relatorio\\_Energia\\_eolica.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/docs/arquivos/Relatorio_Energia_eolica.pdf) Acesso em: 12 ago. 2020.

FARIAS, Rogério. **Bomba d'água eólica para poço profundo**. Depositante: Rogério Farias. BR no. PI 0000092-2 A2. Depósito: 07 de janeiro de 2000. Publicação: 14 de agosto de 2001.

FEITOSA, Eraldo de Oliveira. **Energia eólica aplicada ao bombeamento da água para irrigação por gravidade na agricultura familiar**. 2014. 107 f. : Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MARCOLIN, Neldson. Energia de cataventos. **Revista Pesquisa FAPESP**. 2007. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/energia-de-cataventos/> Acesso em: 27 nov. 2020.

MELO, Silvia. Venda de água mineral ajuda a matar a sede no semiárido. **Catracalivre**. 2019. Disponível em: <https://catracalivre.com.br/projetos/venda-de-agua-mineral-ajuda-matar-sede-no-semiariano/> Acesso em: 27 nov. 2020.

MONTENEGRO, Ricardo Cesar Porto. **Bomba d'água de eixo vertical com rotor tipo rosca sem fio e válvula de pé acoplada**. Depositante: Ricardo Cesar Porto Montenegro. BR no. PI 0012810-4 A2. Depósito: 14 de março de 2000. Publicação: 30 de abril de 2002.

NASCIMENTO, Mas Alexandre Seabra do. **Ferramenta computacional para análise do potencial de bombeamento de água utilizando aerogeradores de pequeno porte acoplados a motobombas por meio de inversores de frequência**. 2012. 106f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

Principais aplicações. **Neoeolica**. 2011. Disponível em: <http://www.neoeolica.com.br/aplications.htm> Acesso em: 27 nov. 2020.

Ricardo lança pacote de ações do Procase com investimento de R\$ 40 milhões. **Governo do Estado da Paraíba**. 2018. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/ricardo-lanca-pacote-de-acoes-do-procase-com-investimento-de-r-40-milhoes>. Acesso em: 27 nov. 2020.

RODRIGUES, Willy Pessoa. **Projeto Mandalla - Desenvolvimento holístico sistêmico ambiental**. Depositante: Willy Pessoa Rodrigues. BR no. MU 8402415-1 U. Depósito: 06 de julho de 2004. Concessão: 14 de fevereiro de 2006.

SANTOS, José Moacir dos. A bomba Volanta no Semi-Árido Brasileiro. **IRPA**. 2012. Disponível em: <https://irpaa.org/BAP/index.html> Acesso em: 27 nov. 2020.

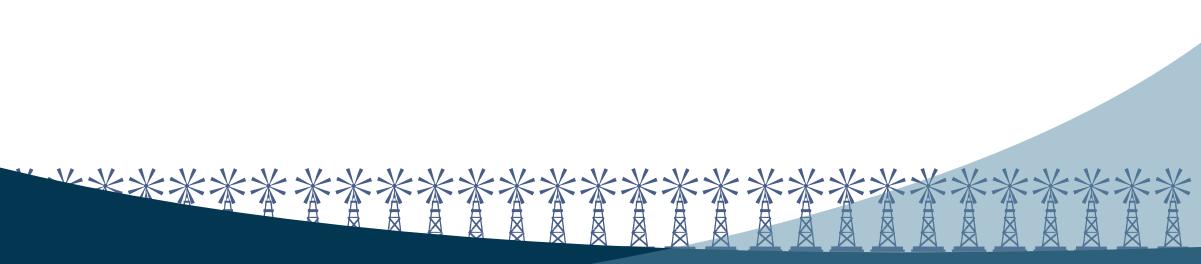
SCHISTEK, Haroldo. A bomba d'água popular. **IRPA**. 2012. Disponível em: <https://irpaa.org/publicacoes/artigos/bap-artigo-revisado.pdf> Acesso em: 27 nov. 2020.

Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento. **Manual sobre o Uso da Escala TRL/MRL**. 2018. Disponível em: <https://cloud.cnpq.embrapa.br/nap/files/2018/08/EscalaTRL-MRL-17Abr2018.pdf> Acesso em: 27 nov. 2020.

Sistema de irrigação localizada acionado por energia eólica. **Embrapa**. 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1872/sistema-de-irrigacao-localizada-acionado-por-energia-eolica> Acesso em: 27 nov. 2020.

VIEIRA, Vinícius José de Souza; RICHE, Gilles Robert, TONNEAU, Jean-Philippe. **Implantação de pequena irrigação com água de poços tubulares bombeados por catavento no trópico Semi-Árido - Massaroca, BA**. In: **SEMINÁRIO FRANCO BRASILEIRO DE PEQUENA IRRIGAÇÃO**, 1990, Recife, PE. Pesquisa e desenvolvimento: anais. Recife: SUDENE/Embaixada da França, 1990. p. 113-130.

VOGT, Hans Heinrich. **Análise estrutural de pás de gerador eólico de pequeno porte feito de fibra vegetal brasileira**. 2010, 128 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.



Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Parceiros:



SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, DO  
DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E DA PESCA



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:



Investindo nas populações rurais



**PORTFÓLIO  
DIGITAL  
ENERGIA  
SOLAR**



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertão paraibano



PpaTcPB  
Fundação Parque  
Tecnológico da Paraíba



Universidade Federal  
de Campina Grande



INSA  
INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Investindo nas populações rurais



A Energia Solar é uma energia alternativa, sustentável e renovável, tendo como fonte o Sol e podendo ser aproveitada principalmente como energia elétrica fotovoltaica e térmica. A energia fotovoltaica é a conversão direta dos raios solares em eletricidade e a energia térmica faz uso do calor do Sol para o aquecimento da água ou para a sua transformação em energia elétrica.

Os principais investimentos realizados pelo FIDA estão voltados para a implantação de sistemas fotovoltaicos em agroindústrias e comunidades no semiárido brasileiro. Os sistemas fotovoltaicos são compostos por painéis solares fotovoltaicos, que são, basicamente, dispositivos utilizados na conversão da luz do Sol em energia elétrica em células fotovoltaicas. As células solares ou fotovoltaicas são as responsáveis pela captação e conversão dos raios solares em energia elétrica. Os sistemas ainda aportam um módulo fotovoltaico que é o componente responsável por gerar a energia, sendo basicamente uma placa protegida por vidro onde as células solares são colocadas e conectadasumas às outras por fios, completando a montagem de um módulo. Para a montagem de um sistema fotovoltaico autônomo com a finalidade de utilização na irrigação de áreas agrícolas, além dos equipamentos citados acima, é necessário um regulador de carga, uma bateria ou banco de baterias e um inversor de corrente contínua para corrente alternada, a fim de atender ao conjunto motobomba e aos possíveis equipamentos elétricos do sistema de automação da irrigação alimentados com corrente alternada, havendo alguns casos em que não se utiliza bateria. Quando conectado à rede elétrica, existe a necessidade de um inversor solar para promover a inversão da energia elétrica gerada pelo painel solar de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), demandada pela maioria dos equipamentos elétricos, além de um quadro de luz que recebe a energia que sai do inversor solar e a distribui para sua casa ou empresa, bem como de um relógio que calcula e faz com que o excesso de eletricidade produzida quando houver muito sol ou pouco consumo volte para a rede elétrica. Essa energia elétrica adicional é inserida na rede da distribuidora, se tornando "créditos de energia" que podem ser utilizados de noite, em dias nublados ou nos próximos meses. Além disso, esse relógio também mede a entrada de energia pública que é consumida quando não houver sol, calculando o saldo devedor de energia a distribuidora, nesses casos. Diferentemente dos meios convencionais na produção de eletricidade que utilizam do princípio da indução eletromagnética para gerar uma corrente alternada no circuito, a conversão fotovoltaica se dá de forma direta, em que os fótons provenientes do Sol interagem diretamente com os elétrons das células do material semicondutor, gerando uma corrente de sentido único, ou seja, uma corrente contínua.

## **Qual a justificativa para ela se encaixar nesse projeto e exemplos de produtos/protótipos em desenvolvimento ou instalados (baseado nas experiências FIDA)**

O Semiárido brasileiro tem um grande potencial para produção de energia solar fotovoltaica, podendo ser melhor explorado para transformar esse potencial em oportunidades reais, capazes de gerar emprego e renda, sendo que as maiores irradiações solares no Brasil estão em áreas de baixo desenvolvimento econômico, principalmente as encontradas nesta região. Outro fator importante está ligado à redução dos impactos ambientais quando comparada com os meios de produção de energia elétrica convencionais, sendo que na produção de energia fotovoltaica não há emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases, sequer de poluentes líquidos ou sólidos durante a geração de energia elétrica. Com a grande disponibilidade de fonte energética solar no semiárido, o FIDA têm fomentado o uso da energia fotovoltaica na região por meio dos diversos projetos com os Estados.

A implantação de placas solares em sistemas agroindustriais e nas comunidades rurais vem impactando na redução no custo da energia elétrica, aumentando a competitividade dos negócios rurais e aumentando a renda e a sustentabilidade dos empreendimentos. Foram identificados 33 investimentos envolvendo sistemas fotovoltaicos nos Estados da Paraíba, Piauí e Sergipe, englobando 14 associações/cooperativas e beneficiando 5.676 famílias, sendo que todos esses projetos são financiados pelo FIDA e em parceria com outros órgãos públicos.



## Fatores que promovem ou limitam a adoção da tecnologia

A energia solar é uma fonte inesgotável e de baixo impacto ambiental, podendo complementar satisfatoriamente a oferta da energia gerada a partir das hidrelétricas, cuja oferta é diminuída pelas recorrentes baixas do nível de água nos reservatórios, impactando de forma negativa a geração de energia e requerendo o acionamento e uso das termelétricas, o que aumenta a liberação de gases de efeito estufa. Os custos para a implantação de sistemas com energia solar relativamente altos; no entanto, a economia gerada pode ser de até 5 vezes em relação ao sistema convencional, fazendo com que, apesar do entrave existente para aquisição dos sistemas solares, a sua implementação seja economicamente interessante com o passar do tempo. Desta forma, a economia gerada pode ser equivalente ao valor do investimento realizado com amortização que ocorre ao longo dos meses de uso, e com alta durabilidade e baixo custo de manutenção.



Ainda assim, além de não haver emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases, sequer de poluentes líquidos ou sólidos durante a geração de energia elétrica, os volumes de emissão nas etapas de fabricação dos equipamentos utilizados no setor fotovoltaico são baixos e a quantidade de energia gerada ao longo da vida útil dos sistemas fotovoltaicos é de 8 a 17 vezes maior que a energia consumida em sua fabricação, sendo então uma alternativa viável nesse segmento. É importante destacar também que, no final do ciclo de vida de um sistema fotovoltaico, cerca de 85% de seus componentes podem ser reciclados e reaproveitados, de forma que os impactos ambientais, já bastante reduzidos, tendem a se tornar ainda menores no longo prazo.

# ANÁLISE DE CUSTO BENEFÍCIO

## Custos de instalação (valor em R\$):

### DOMICILIAR

O custo de um sistema de energia solar fotovoltaica residencial (inclusos instalação e materiais) é de aproximadamente R\$19.520,05, considerando a utilização de um gerador de 3,46 kWp instalado em uma residência com o consumo médio mensal de 372,6 kWh.

### COMERCIAL

Já com um investimento por volta de R\$ 187.495,07 sistema solar fotovoltaico é possível obter um sistema comercial com geração esperada de energia de 585,000 kWh mensal.

## Custos de manutenção (valor em R\$):

Este sistema possui uma manutenção (após 25 anos) equivalente a R\$ 5.000,00.

Tem-se o custo com manutenção, representado pela substituição de inversores no 15º ano, no valor de R\$ 22.131,40 e a depreciação de 1,5% no primeiro ano e 0,7% do custo de aquisição nos demais.

Tempo de vida útil da tecnologia (valor em anos): cerca de 25 anos.

## Impactos sociais (valor percentual): 0

Nos investimentos FIDA busca-se a priorização dos grupos produtivos com foco nas mulheres, jovens, quilombolas, indígenas, população negra e parda. Com este foco, todo investimento que considere a melhoria na geração de renda, equidade de gênero, aumento na qualidade de vida e melhoria das condições de trabalho é priorizada enquanto política pública. Observa-se a energia solar como uma tecnologia que vai além da questão ambiental, pois ela é capaz de reduzir os custos de produção com potencial para aumento de auto investimentos em outras necessidades do grupo. Tal ação impacta positivamente na capacidade de geração de renda a estes grupos prioritários, melhorando o bem estar social na coletividade.

## Adaptação à realidade da agricultura familiar

A tecnologia disponível permite vários usos para a agricultura familiar, seja para redução dos custos de produção, seja para a substituição total da fonte de energia. Como exemplos práticos pode-se citar a implantação de painéis fotovoltaicos para bombeamento de água para diversos usos, entre eles a irrigação de campos de produção. Seu uso para captação de água tem a vantagem de poder ser instalada em locais com indisponibilidade da rede elétrica convencional. A presença de agroindústrias fazendo uso desta fonte energética vem ampliando no país, melhorando a competitividade e melhor inserção nos mercados. Trata-se de tecnologia de simples manejo e requer manutenção básica para o funcionamento e com grande potencial de uso na agricultura familiar e destaque para a região do Semiárido, com grande oferta da principal matéria prima, o Sol.

## ANÁLISE DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>

A redução das emissões de CO<sub>2</sub> com o uso de painéis fotovoltaicos foi calculada considerando as emissões indiretas pela compra alternativa de energia elétrica, na abordagem da escolha de compra. Sem considerar o ciclo de vida da fabricação dos painéis fotovoltaicos, existe uma redução de 99,9% nas emissões de CO<sub>2</sub> em comparação com o consumo de eletricidade da rede convencional de energia elétrica.

O cálculo foi feito comparando o consumo de energia elétrica antes e depois da utilização de energia solar fotovoltaica em uma Cooperativa de Picuí -PB. Os fatores de emissão utilizados foram baseados na matriz energética brasileira.

Mês	Consumo (MWh)	Fator Médio de Emissão	Total de emissões (tCO <sub>2</sub> e)
Agosto/2019	2206	0,01070	236,042
Agosto/2020	0,165	0,01070	0,017655

## QUANTIDADE TOTAL INSTALADA E NÚMERO DE BENEFICIÁRIOS

Quantidade Instalada (valor total): 2722

Número de beneficiários (valor total): 8.461 famílias

Municípios (valor total): 24 municípios

## TRL DA TECNOLOGIA SOCIAL

Os painéis fotovoltaicos se enquadram na TRL 9 já que os mesmos já foram testados, bem como já são comercializados e usados pela comunidade com sucesso, tendo vista que esse nível é alcançado quando as tecnologias em questão são aplicadas em sistemas que sejam bem sucedidos em uma operação real. Destaca-se ainda que a diferença fundamental entre TRL 8 e 9 está relacionado à operação do sistema, sendo um exemplo básico de que a construção de uma nova aeronave se enquadra em uma TRL 8, mas voá-la a primeira vez de forma real é TRL 9.

TRL : 9

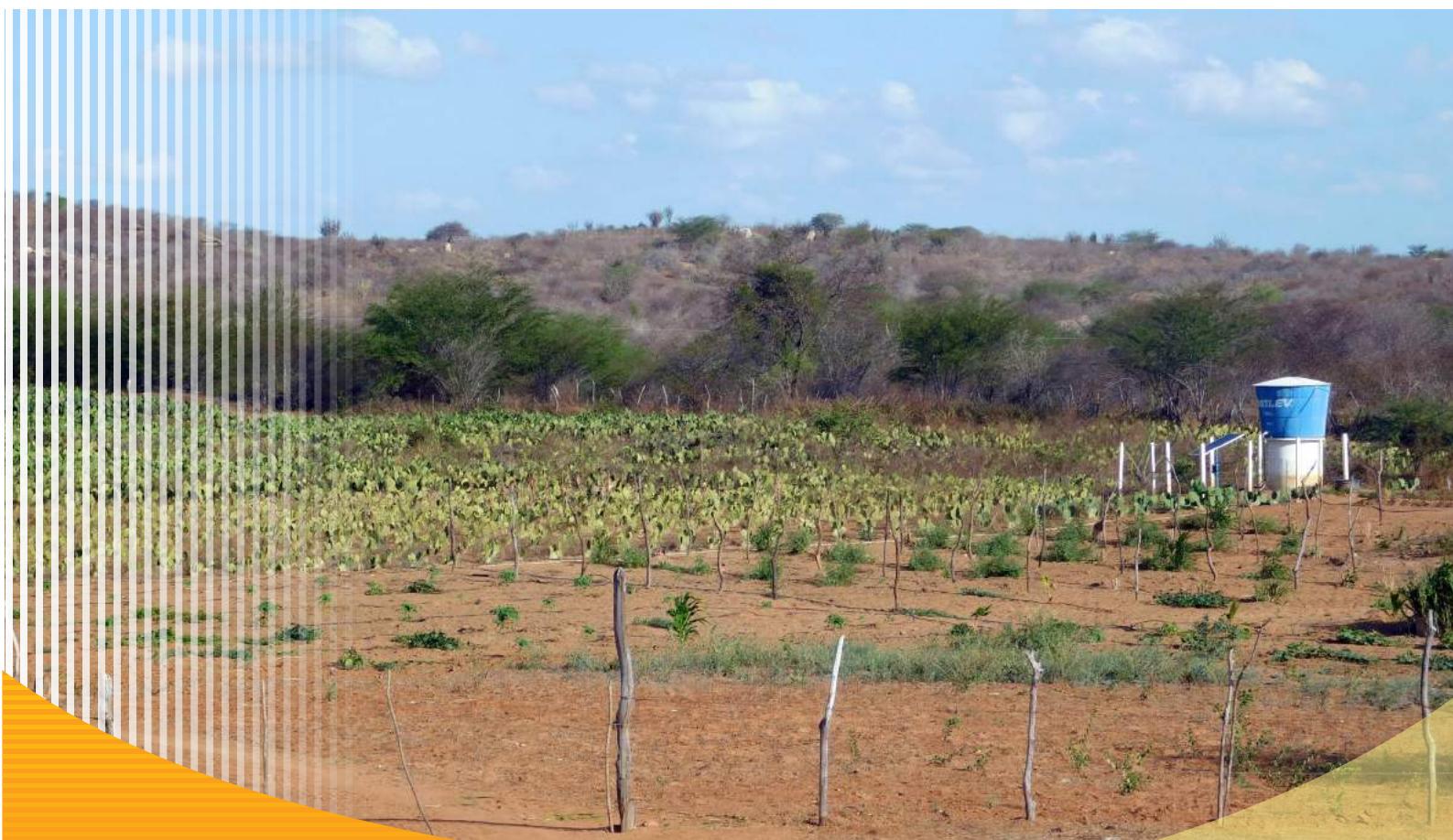
## LOCALIDADE:

Fomos até Picuí e Nova palmeira visualizar as ações realizadas com financiamento FIDA. Em Picuí, visitamos a Cooperativa Agroindustrial do Seridó e Curimataú Paraibano - COOASC, que foi beneficiada com a instalação de um sistema solar fotovoltaico para redução dos custos no processamento de polpas de frutas. Já em Nova palmeira, na comunidade Saquinho, visitamos a propriedade do Sr. Euclides e família, que foram beneficiados com um kit solar fotovoltaico para fins de irrigação da sua propriedade. Todas famílias beneficiadas com as experiências se mostraram satisfeitas e agradecidas pela concessão das tecnologias.





Visitamos uma cooperativa destinada à produção de polpas e uma propriedade rural que receberam sistemas solar fotovoltaicos, através de recursos do Procase/PB e FIDA. Hoje a cooperativa localizada na cidade de Picuí tem redução nos custos de produção graças a redução nos gastos com energia elétrica, que é auxiliado pelo sistema fotovoltaico. Enquanto a propriedade rural tem parte de sua produção irrigada com a água bombeada pelo sistema fotovoltaico. As imagens retratam bem as experiências e a atual situação dos sistemas nas localidades.





## Que a energia fotovoltaica vem desde 1839?

Alexandre Edmond Becquerel descobriu o efeito fotovoltaico em 1939, enquanto realizava experiências eletroquímicas na oficina de seu pai. Em 1873 foi criada a primeira célula fotovoltaica que era feita de selênio. Atualmente quase 80% dos painéis solares são compostos por alguma variação de silício graças a Calvin Fuller que, em 1954, desenvolveu as células fotovoltaicas de silício. No ano de 1973, foi construída a primeira casa abastecida por energia solar, fato realizado pela Universidade de Delaware nos EUA. Mas foi em 2004 que foram produzidas mundialmente milhões de células com eficiência na ordem dos 16%, ultrapassando pela primeira vez a barreira de 1 gigawatt de potência elétrica anual.

## Que além da energia solar outros dispositivos são utilizados para aproveitar energia proveniente do sol?

**"Aqualuz"**: tecnologia voltada para o tratamento de cisternas, usando apenas o Sol, sem haver a necessidade de usar substâncias químicas, filtros sofisticados, nem intervenções na cisterna. Sua montagem acontece em apenas 10 minutos, com uso diário por 20 anos, sendo sua baixa manutenção feita apenas com água e sabão. A tecnologia é constituída por uma caixa de inox coberta por um vidro e uma tubulação simples ligada à cisterna.

**Destilador solar**: é um protótipo (DSR) robotizado de baixo custo e de fácil operacionalização, com sistema de rastreio solar, visando aplicações residenciais, laboratoriais e industriais, para destilação de água. O equipamento é composto por quatro partes fundamentais: calha receptora; tubo absorvedor; sistema robotizado de mobilidade da antena e sistema de arrefecimento da condensadora.

**Dessalinizador solar**: a tecnologia promove a destilação solar eliminando completamente todos os sais, metais pesados, bactérias e micróbios presentes em águas poluídas, assim também como a remoção de vários pesticidas, devido às altas temperaturas e a radiação ultravioleta. No final do processo, é feita facilmente uma reconstituição simples de sais para uso como água potável.

**Secador solar**: composto por uma peça que desempenha simultaneamente a função de coletar a energia solar e de servir como câmara de secagem, onde a radiação solar incide diretamente sobre o produto colocado no secador. O ar é aquecido e a circulação é feita por convecção natural, sendo uma secagem rápida e de baixo custo.



## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- \_\_\_\_\_. **Balanço Energético Nacional 2017**: Ano base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017.
- ABINEE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2012. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em: 16 out 2020.
- ALMEIDA, E.; ROSA, A.; DIAS, F.; BRAZ, K.; LANA, L.; SANTO, O./ SACRAMENTO, T. Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. **Artigo científico**, in: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>. Outubro, 2016.
- ALVARENGA, A. C.; FERREIRA, V. H.; FORTES, M. Z. Energia solar fotovoltaica: uma aplicação na irrigação da agricultura familiar. **Sinergia, São Paulo**, v. 15, n. 4, p. 311–318, 2014.
- BELLELIS, A. A.; DE MELO, D. D. C. P. USO DA ENERGIA SOLAR NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO. **Educação Ambiental em Ação**, v. 67, 2019.
- BEZERRA, V. R.; LIMA, C. A. P.; LEITE, V. D.; MONTEIRO, L. R. R. Implementação de sistemas autônomos de geração de energia para a região do semiárido paraibano. **MIX Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 89–95, 2019.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Resolução Normativa n 676 . 2015**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015676.pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.
- BSW SOLAR - GERMAN SOLAR INDUSTRY ASSOCIATION. **A energia solar nos países em desenvolvimento e emergentes**. 2015. Disponível em: <<http://www.solarwirtschaft.de/en/start/english-news.html>>. Acesso em: 06 de out. 2020.
- BUX, M.; BAUER, K.; MUHLBAUER, W.; CONRAD, T. Solar-assisted drying of timber at industrial scale. **The Southern African Forestry Journal**, South Africa, v.192, n.1, p.73–78,2001.
- CASTRO, R. D. D. **Energia solar térmica e fotovoltaica em residências: estudo comparativo em diversas localidades do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 111 p. 2015.
- CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA; CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.
- CUNHA KEMERICH, P. D.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; DA SILVEIRA, R. B.; FRANÇA, J. R.; LEVANDOSKI, N. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 241–247, 2016.
- DANTAS, S. G. **Oportunidades e desafios da geração solar fotovoltaica no semiárido do Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9680>>. Acesso em: 15 out. 2020.
- ELÉTRICA, ENGENHARIA. **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes**. 2018. Disponível em :<[http://www.stalengenharia.com.br/PDF-fotovoltaico.pdf](https://www.stalengenharia.com.br/PDF-fotovoltaico.pdf)> Acesso em: 15 out. 2020.
- ELLRAM, L. M. A taxonomy of total cost of ownership models. **Journal of Business Logistics**, v.1, n.15, p. 171-192, 1994.
- FIGUEIREDO, H. F. M.; PODOLAK, L.; SCHULTZ, L. R. K. PROJETO E. Desenvolvimento de um sistema fotovoltaico autônomo voltado a área rural. **Revista Técnico-Científica**, n. 15, 2018.
- HAGE, H. E.; HEREZ, A.; RAMADAN, M.; BAZZI, H.; KHALED, M. An investigation on solar drying: A review with economic and environmental assessment. **Energy**, v. 157, p. 815-829, 2018.
- IEEE - INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICOS. **Energia solar fotovoltaica de terceira geração**. 2014. Disponível em :<<http://www.ieee.org.br/wpcontent/uploads/2014/05/energia-solar-fotovoltaica-terceira-geracao.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2020.
- MANKINS, J. C. Technology readiness assessments: a retrospective. **Acta Astronautica**, v. 65, n. 9, p. 1216-1223, 2009.
- MORAES, A. DE; MORANTE, F.; FEDRIZZI, M. C. Bombeamento fotovoltaico no semiárido piauiense, projeto água no berço do homem americano. Congresso Brasileiro de Energia Solar–CBENS; São Paulo–São Paulo. Versão digital em CD. **Anais...**2012.
- NASCIMENTO, C. A. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**. Monografia (Pós-Graduação Lato-Sensu em Fontes alternativas de energia) Universidade Federal de Lavras, 21 p. 2004.
- SANTOS, E.C.; SOUZA,L.C.; SOUTO,J.S; FILHO,J.B.A. Energia Solar na Fruticultura Irrigada Familiar. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.1, nº 2, 2007, p.1-7.
- SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M. DE; CAMARGO, I. DE T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE). Brasília. **Anais...**2006.
- SILVA, B. F.; DOS SANTOS FERREIRA, J.; BENARROSH, P. F. P. M. Energia solar: benefícios das placas solares em telhas de barro sustentáveis. **Revista FAROCIENCIA**, v. 2, p. 128–131, 2015.
- SOUZA, F.F.; MALDONADO, T. V.; DA SILVA JUNIOR, S. A. Avaliação do Custo Total de Propriedade do uso de energia solar fotovoltaica e da energia elétrica convencional. Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. **Anais...**2020.
- WWF – WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Desafios e oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil**: recomendações para políticas públicas. Brasília: WWF, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/>. acesso em: 06 out. 2020.

Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Parceiros:



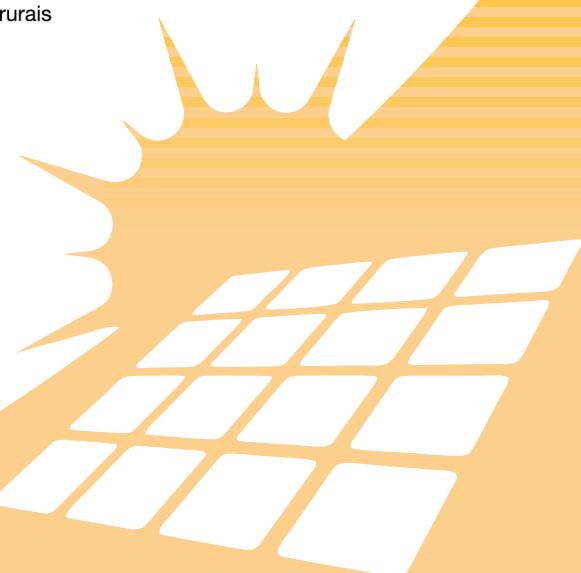
MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:



Investindo nas populações rurais





PORTFÓLIO  
DIGITAL

# BIODIGESTOR



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertão paraibano



PqTcPB  
Fundação Parque  
Tecnológico da Paraíba



Universidade Federal  
de Campina Grande



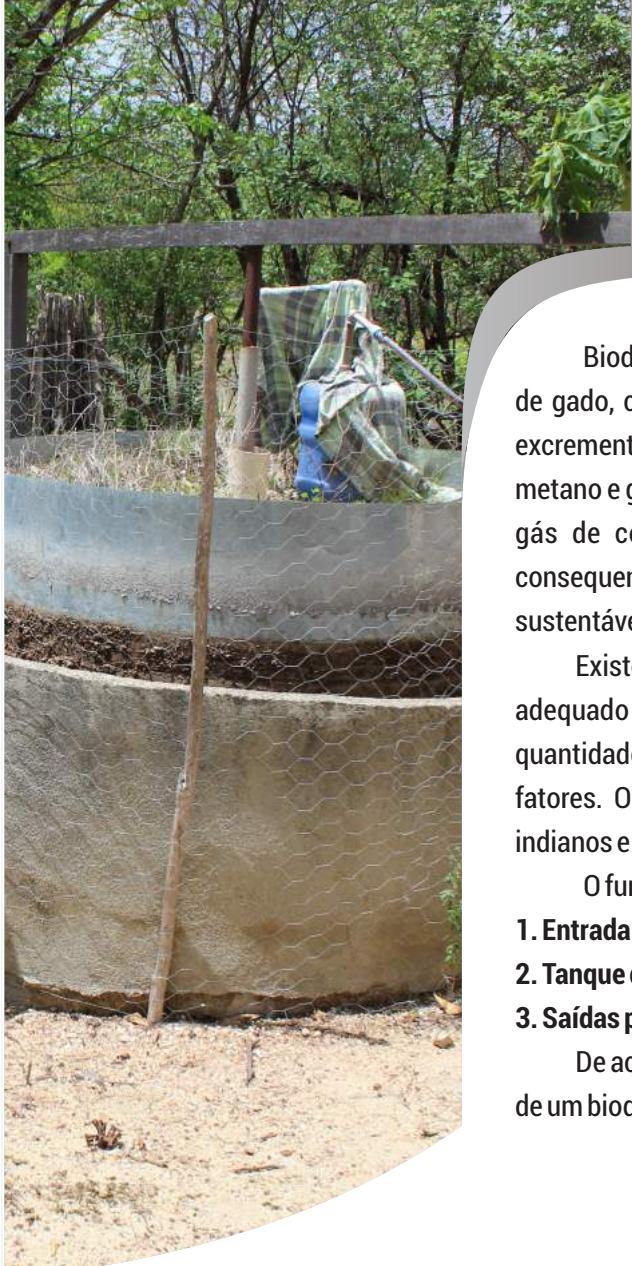
MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



PÁTRIA AMADA  
BRASIL  
GOVERNO FEDERAL



Investindo nas populações rurais



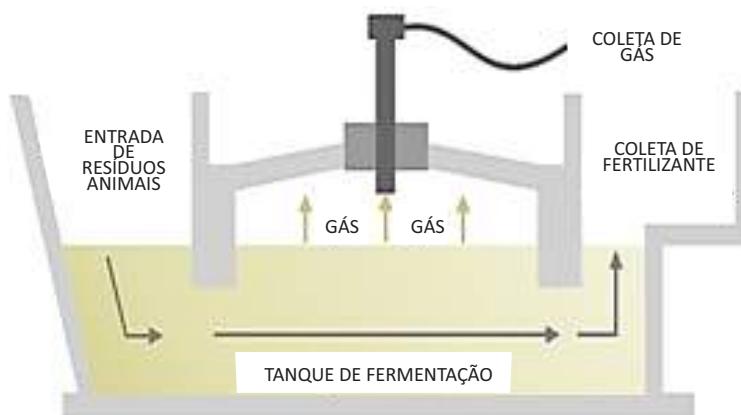
Biodigestor é um equipamento que decompõe matéria orgânica, como esterco de gado, cavalo, galinha, porco, restos vegetais de culturas (palha, grama e folhas) e excremento humano, para produção de biogás. O biogás é composto, principalmente, por metano e gás carbônico, e devido a essa composição pode ser utilizado para substituir o gás de cozinha tradicional trazendo um retorno econômico para o usuário, e consequentemente, um impacto ambiental benéfico, por se tratar de uma tecnologia sustentável.

Existe diversos modelos disponíveis no mercado, porém a escolha do modelo mais adequado de biodigestor dependerá da necessidade do produtor, por exemplo, a quantidade de matéria orgânica a ser processada, o custo de investimento e outros fatores. Os modelos de biodigestores mais conhecidos no mundo são os chineses, indianos e canadenses.

O funcionamento dos biodigestores possui as seguintes etapas:

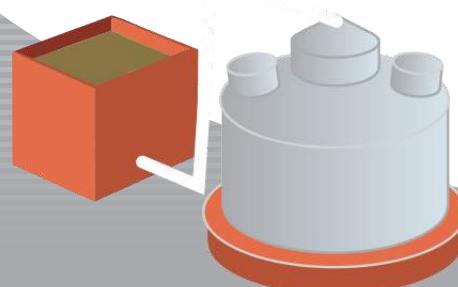
- 1. Entrada do esterco;**
- 2. Tanque de fermentação;**
- 3. Saídas para o biogás e os resíduos processados.**

De acordo com as etapas mostradas, podemos apresentar como é a estrutura física de um biodigestor através do modelo indiano, conforme a ilustração a seguir:



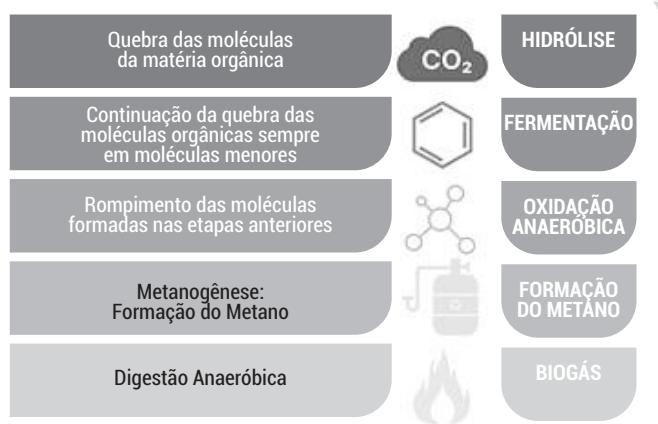
SALOMON, K. R.; FILHO, G. L. T. Biomassa. 1<sup>a</sup> ed. Itajubá, MG: FAPEPE, 2007

Vemos na figura acima que existe uma entrada para os resíduos animais, que é onde o agricultor coloca todos os dias dejetos dos animais; um tanque de fermentação, que é onde a mágica da transformação de matéria orgânica em biogás acontece; e temos duas saídas: uma para coletar o biogás produzido no tanque de fermentação e o outro para retirar o resto de matéria orgânica que passou pela transformação.



# Como é feito o biogás?

Como citado, a mágica da produção do biogás ocorre no tanque de fermentação. Mas quem são os responsáveis por esse processo? Os mágicos desse espetáculo são chamados de microrganismos, seres vivos muito numerosos, mas tão pequenos que não podemos enxergar com nossos olhos, somente com a ajuda de um microscópio. Cada grupo desses microrganismos tem um trabalho especial nas etapas do processo de transformação da matéria orgânica em metano e dióxido de carbono, e para tal, é necessário fornecer um ambiente anaeróbico, isto é, sem oxigênio. Na ilustração a seguir é possível analisar as etapas envolvidas nesse processo e o que ocorre em cada uma delas.



É importante ressaltar que somente bactérias anaeróbias participam da fase de metanogênese (formação do metano), na qual é produzido o gás metano. Essas bactérias possuem uma sensibilidade a variações de temperatura, operando em uma temperatura entre 10 e 45°C.

## Qual a justificativa para ela se encaixar nesse projeto

Considerando a missão e os desafios do FIDA e ressaltando a tecnologia em questão, tem-se que o biodigestor consiste em uma tecnologia sustentável e economicamente viável para produtores rurais com um retorno econômico e ambiental. O biofertilizante pode ser utilizado para potencializar as lavouras dispensando a necessidade de compra de fertilizantes industriais e o biogás produzido pode ser utilizado para substituir o gás de cozinha (GLP), o que representa uma economia de recursos financeiros para os usuários. Além disso, a utilização do biodigestor pode contribuir para redução das emissões dos gases do efeito estufa quando comparado com fontes energéticas utilizadas pela agricultura familiar (como a queima de lenha), seguindo os objetivos da Convenção-Quadro das Nações Unidas em mitigar emissões de gases responsáveis pelas alterações climáticas e colaborando para reduzir problemas com questões como a desertificação do bioma Caatinga, com a busca de alternativas energéticas.

O Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA) tem como objetivo auxiliar populações mais pobres de países em desenvolvimento. Em relação aos desafios que o FIDA busca superar, estão a pobreza extrema e má-nutrição, a escassez de água para consumo humano e uso produtivo, a baixa renda agropecuária, as mudanças climáticas e os riscos ambientais, as dificuldades de acesso a mercados, políticas e programas públicos com problemas de coordenação, as poucas atividades não agrícolas para famílias rurais, a falta de acesso às políticas e programas agrícolas e de bem-estar social, entre outros.

## Fatores que promovem ou limitam a adoção da tecnologia

Parâmetros como temperatura, pH, concentração de nutrientes, manutenção frequente e outros fatores, influenciam diretamente no desempenho do biodigestor e são fundamentais e úteis para o projeto e operação de digestores eficientes e na compreensão de como as condições adversas podem ocorrer e como contorná-las. É importante enfatizar que os fatores citados são passíveis de controle externo no processo de digestão anaeróbia.



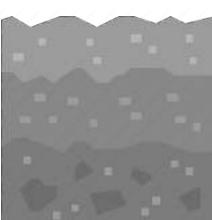
### TEMPERATURA

A temperatura é um fator importante para a produção do biogás, principal produto gerado no biodigestor. O processo pode ocorrer em uma temperatura entre 10° e 60°C, dependendo do tipo de bactéria. O processo de produção de biogás não é afetado com o aumento da temperatura em poucos graus, porém, um decréscimo em alguns graus pode prejudicar a produção de metano. Vale enfatizar que a ação de bactérias acidificantes não é afetada pelo decréscimo da temperatura, e devido a isso, poderá ocorrer uma possível acumulação de ácidos tendo como consequência uma falha estrutural no biodigestor. Durante as estações frias, pode ocorrer uma diminuição na produção de biogás devido a faixa de operação dos microrganismos envolvidos no processo de digestão anaeróbia. Os sistemas mesofílicos são bastante sensíveis quanto à questão de variação da temperatura ambiente, podendo ocorrer a parada ou diminuição da produção de biogás no período de inverno em climas mais frios.



### pH

O processo anaeróbio é afetado diretamente quando ocorrem pequenas oscilações nos valores de pH. Os microrganismos metanogênicos, os responsáveis pela produção de metano, são mais suscetíveis a essas variações de pH, do que os demais microrganismos.



### LOCAL DE COLETA DA BIOMASSA

Em currais em que o chão é feito de terra, pode haver contaminação do biodigestor com outros materiais, e, influenciar na produção de biogás.



### AGITAÇÃO DA BIOMASSA

É necessário agitar o material orgânico para facilitar o contato dos microrganismos com a biomassa. Porém, agitar muito pode causar arraste da biomassa, e com isso, tem-se perda de eficiência de produção.

# GUIA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA



A manutenção da estrutura do biodigestor é importante devido ao desgaste das partes integrantes do biodigestor, como por exemplo, válvulas, tubulações e tanques, podem ocasionar vazamentos do biogás.



O metano em condições normais de temperatura e pressão, consiste em um gás incolor, inodoro, inflamável e o vazamento desse gás em contato com o ar poderá ocorrer explosões, se manuseado em local fechado e na presença de uma fonte de ignição



Como o biodigestor fica exposto ao sol e a maioria das partes integrantes do biodigestor são fabricadas de plástico, como mangueiras de borracha, canos PVC, válvulas e outros, com o passar dos anos, o sol provocará descoloração e ressecamento da tubulação, tornando a sua estrutura frágil. Diante disso, qualquer impacto externo pode acarretar trinca, quebra ou algum dano a estrutura da tubulação, válvula, mangueira e afins.



Devido aos riscos, é fundamental a manutenção frequente para manter a conservação dos tanques, tubulações de máquinas e equipamentos, e dessa forma, garantir que não ocorram vazamentos que possam resultar em contaminação ambiental e danos à saúde humana e animal (GOMES et al., 2015).



## IMPACTOS SOCIAIS (SOBRE AS MULHERES E JOVENS, POR EXEMPLO)

No cotidiano dos grandes centros urbanos, as tecnologias são utilizadas para auxiliar e trazer retorno no âmbito econômico ou de bem-estar, facilitando o trabalho das pessoas. O uso de tecnologias adaptadas também deve ser estendido para o meio rural, com o intuito de ajudar o pequeno agricultor nas suas tarefas. Devido a várias dificuldades de trabalho que surgem no campo, o pequeno produtor rural, em muitos casos, necessita buscar sua fonte de renda nas cidades, tendo que abandonar o local em que viveu grande parte de sua vida, na maioria das situações.

Pensando nisso, as tecnologias podem ser empregadas para diminuir ou erradicar possíveis problemas que impeçam o desenvolvimento do trabalho no campo, como também, podem ser benéficas em termos econômicos e ambientais. A maior parte da produção dos alimentos disponibilizados para a população brasileira é produzida pela agricultura familiar, constituída por pequenos produtores rurais, povos e comunidades tradicionais. Diante disso, verifica-se a importância que a pessoa do campo tem para a sociedade e, por isso, mais ferramentas devem ser disponibilizadas com o fim de agregar valor ao trabalho rural.



Projetos como os que o FIDA apoia, além de levarem auxílio tecnológico e conhecimento à pessoa que trabalha no campo, também impactam positivamente a vida de mulheres. A instalação do biodigestor, além do retorno econômico e sustentável, traz uma qualidade de vida e gera uma fonte de renda para as agricultoras por meio, por exemplo, da fabricação de bolos e pães a partir da utilização do biogás gerado em sua propriedade, em substituição ao gás de cozinha (GLP). Esses projetos também estimulam a criação ou fortalecimento de grupos de mulheres nas comunidades, para que possam gerar renda juntas. O biofertilizante produzido no biodigestor pode ser utilizado como adubo orgânico nas árvores frutíferas, hortaliças e viveiros de mudas, cujo produto pode ser vendido ou submetido a um processamento, como na produção de doces e polpas a partir de frutas produzidas na propriedade dessas mulheres. Além disso, o procedimento de fabricação é realizado em cozinhas comunitárias em que todas participam da elaboração dos produtos secundários.

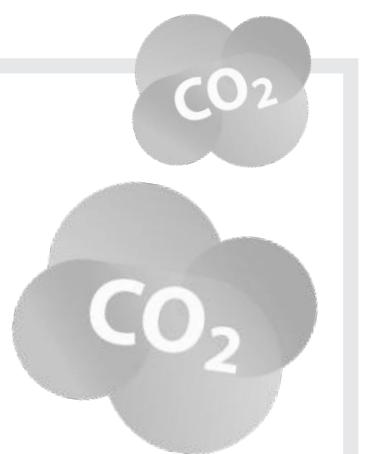


## ANÁLISE DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>

O biodigestor apresenta a vantagem de gerar biogás (CH<sub>4</sub>) pela digestão anaeróbica da matéria orgânica animal e vegetal. Dentre os combustíveis domésticos, o biogás é considerado o que possui menor impacto ambiental.

Para a obtenção das emissões de CO<sub>2</sub> pelo biodigestor, é necessário um estudo caso a caso para realizar um inventário considerando a quantidade e o tipo de material orgânico adicionado (esterco de aves, suínos, bovinos, material vegetal) e as análises químicas do biofertilizante produzido.

O cálculo da redução das emissões de CO<sub>2</sub> no biodigestor deve levar em conta a quantidade emitida pela queima do biogás em comparação com o gás de cozinha tradicional (GLP) para cocção, no escopo da combustão estacionária.

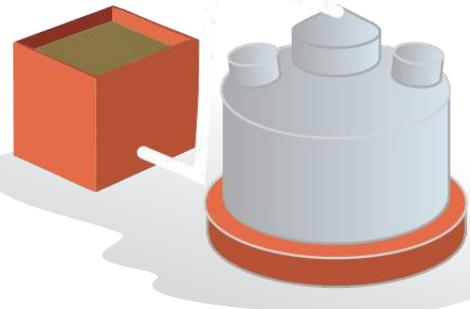


## QUANTIDADE TOTAL INSTALADA

Quantidade Instalada (valor total): 259

Quantidade a ser Instalada (valor total): 274

Municípios (valor total): **25 MUNICÍPIOS BENEFICIADOS  
COM A TECNOLOGIA EM QUATRO ESTADOS**





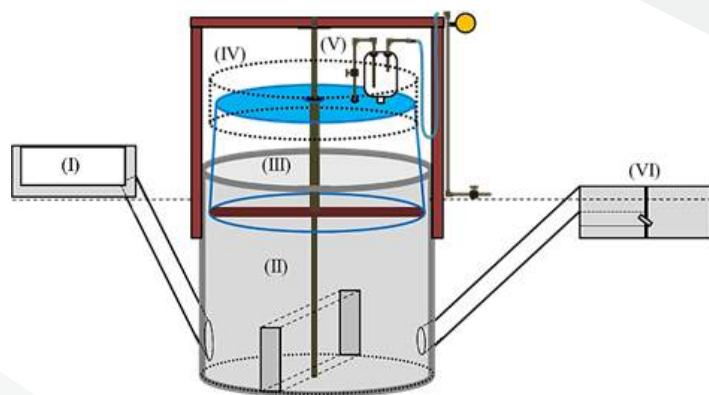
A implementação dos primeiros biodigestores no Brasil ocorreu na década de 70 após a crise do petróleo iniciada no final de 1973. Essa crise atingiu muitos países importadores de petróleo, principalmente aqueles em desenvolvimento, como o Brasil. Diante disso, houve uma necessidade de recorrer a outros métodos para se obter energia.

Em Brasília no ano 1979, foram construídos os primeiros biodigestores por meio do projeto do Programa de Mobilização Energética (PME) que consistia em um conjunto de ações voltadas à conservação de energia e à substituição dos derivados de petróleo por combustíveis alternativos.

O biodigestor sertanejo, conforme a ilustração a seguir, se originou a partir do modelo indiano e a adaptação foi realizada visando questões como a disponibilidade de materiais para sua construção em lojas de materiais de construção nas cidades do interior.

O biodigestor sertanejo comprehende as seguintes partes:

- I. Caixa de alimentação;
- II. Fermentador;
- III. Gasômetro;
- IV. Adaptador/filtro primário de água;
- V. Tanque de saída do biogás;
- VI. Saída dos resíduos.



Na caixa de alimentação, é colocado o material orgânico que abastecerá, posteriormente, o tanque de fermentação (fermentador), no qual será produzido o biogás. Esse ficará armazenado no gasômetro. No tanque de saída, será eliminado um produto líquido ou matéria residual que pode ser denominado de biofertilizante, isto é, um fertilizante orgânico que pode ser utilizado para adubação líquida ou sólida. O biogás produzido pode ser utilizado para o aquecimento térmico, como combustível para motores e geradores e como gás para cozinha.

A produção de biogás varia de acordo com o tipo de esterco que se coloca no biodigestor. Com isso, estima-se que **AVES** podem produzir cerca de 0,014 ( $m^3$ /cabeça/dia) de biogás, levando em consideração que o animal tenha uma massa de 2,5 kg; **SUÍNOS** podem produzir cerca de 0,240 ( $m^3$ /cabeça/dia) de biogás, levando em consideração que o animal tenha um massa de 90 kg; **BOVINOS** podem produzir cerca de 0,240 ( $m^3$ /cabeça/dia) de biogás, levando em consideração que o animal tenha uma massa de 500 kg.



# REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ALVES, E. E. N.; INOUE, K. R. A.; BORGES, A. C. Biodigestores: construção, operação e usos do biogás e do biofertilizante visando a sustentabilidade das propriedades rurais. II Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 2010.
- BERNI, M. D.; BAJAY, S. V. O contexto dos biocombustíveis para o transporte rodoviário no Brasil. Encontro de Energia no Meio Rural, v. 6, 2006.
- BIOGÁS. Disponível em <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fb123vn102wx5eo0sawqe3qf9d0sy.html>>. Acesso em: 5 nov. 2020;
- BRASIL [LEIS ETC.]. Decreto no 87.079, de 2 de Abril de 1982. Brasília: Departamento de Imprensa Nacional, 1982.
- CASTRO, L. R. DE; CORTEZ, L. A. B. Influência da temperatura no desempenho de biodigestor com esterco bovino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 2, p. 97–102, 1998.
- CHERNICHARO, C. A. D. L. Reatores Anaeróbios. 5. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1997.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Ficha Técnica do Metano. São Paulo, 2020.
- EMBRAPA. Biofertilizante. Disponível em <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1gh4ku02wyiv802hv3jd85f37c.html#:~:text=Sob%20forma%20%C3%ADquida%2C%20o%20biofertilizante,erradicando%20pragas%2C%20doen%C3%A7as%20e%20insetos>>. Acesso em: 8 dez. 2020.
- FARIA, R. A. P. Avaliação do Potencial de Geração de Biogás e de Produção de Energia a partir da remoção da carga Orgânica de uma Estação de Tratamento de Esgoto - Estudo de Caso. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012.
- FIDA. Investindo nas Populações Rurais. Disponível em: <<https://www.fida.org.br/>>. Acesso em: 12 nov. 2020a.
- GIACOBBO, G. et al. Influência da variabilidade da temperatura ambiente na co-digestão anaeróbia de dejetos de bovinocultura de leite e cama de aviário Acta Iguazu. Cascavel, 2013.
- GOMES, F. C. DE S. P. et al. GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DE BIOGÁS NA AGROINDÚSTRIA. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2015.
- GUNNERSON, C.; STUCKEY, D. Integrated Resource Recovery Anaerobic Digestion: Principles and Practices for Biogas Systems. Washington - USA: The World Bank, 1986.
- JÚNIOR, F. A. DE O. MANUAL DE CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR RURAL. Disponível em: <[http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20140917140023.pdf](http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140917140023.pdf)>. Acesso em: 5 dez. 2020.
- KARLSSON, T. et al. Manual Básico de Biogás. 1a ed. Lajeado: Univates, 2014.
- KLUMB, A. et al. 12 Passos para Construir um BIODIGESTOR. Diaconia ed. Recife - PE: Fundação Banco do Brasil, 2019.
- MACHADO, C. R. BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO AR. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO", 2011.
- MARTINS, D. S.; ASSIS, E. G. ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR EM UMA GRANJA DE PERUS. Foz do Iguaçu - PR. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.
- MATTOS, L. C.; JÚNIOR, M. F. Manual do Biodigestor Sertanejo. Recife - PE: Edição do Projeto Dom Helder Câmara, 2011.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html#:~:text=A Lei no 12.305%2F10,manejo inadequado dos resíduos sólidos.>>. Acesso em: 14 nov. 2020
- MORENO, M. T. V. Manual del Biogás. Santiago de Chile: FAO, 2011.
- OSORIO, R. H. et al. Avaliação de um Sistema de Biodigestores ( Gtz E Taiwan ) em série em clima frio na etapa de estabilização. Cuiabá, XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - COMBEA, 2011.
- SALOMOM, K. R.; FILHO, G. L. T. Biomassa. 1a ed. Itajubá, MG: FAPEPE, 2007.
- SANTIAGO, F. DOS S. et al. ESTIMATIVA NA REDUÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA COM BIODIGESTOR NO SEMIÁRIDO. X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, v. 5, p. 1–6, 2013.
- SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MARCHETTI, D. Construção e funcionamento de biodigestores. Brasília - DF: Embrapa: Centro de Pesquisas Agropecuária dos Cerrados, 1981.
- SILVA, E. M. C. A. et al. Projeto de Unidade Rural de Geração de Distribuição de Biogás. Educação Ambiental & Biogeografia, v. 2, p. 1675–1685, 2016.
- SOUZA, A. D.; HERCULANO, M. C. R. Biodigestores: cartilha de manejo. Cartilha Técnica, v. 3, n. 1, p. 14–19, 2016.

Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Parceiros:



SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E DA PESCA



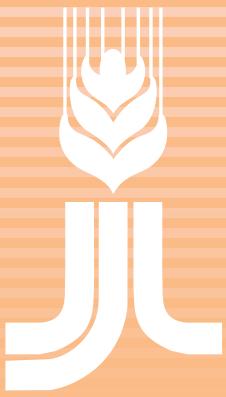
MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:



Investindo nas populações rurais



PORTFÓLIO  
DIGITAL

# ECOFOGÃO



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertânia paraibano



PaoTcPB  
Fundação Parque  
Tecnológico da Paraíba



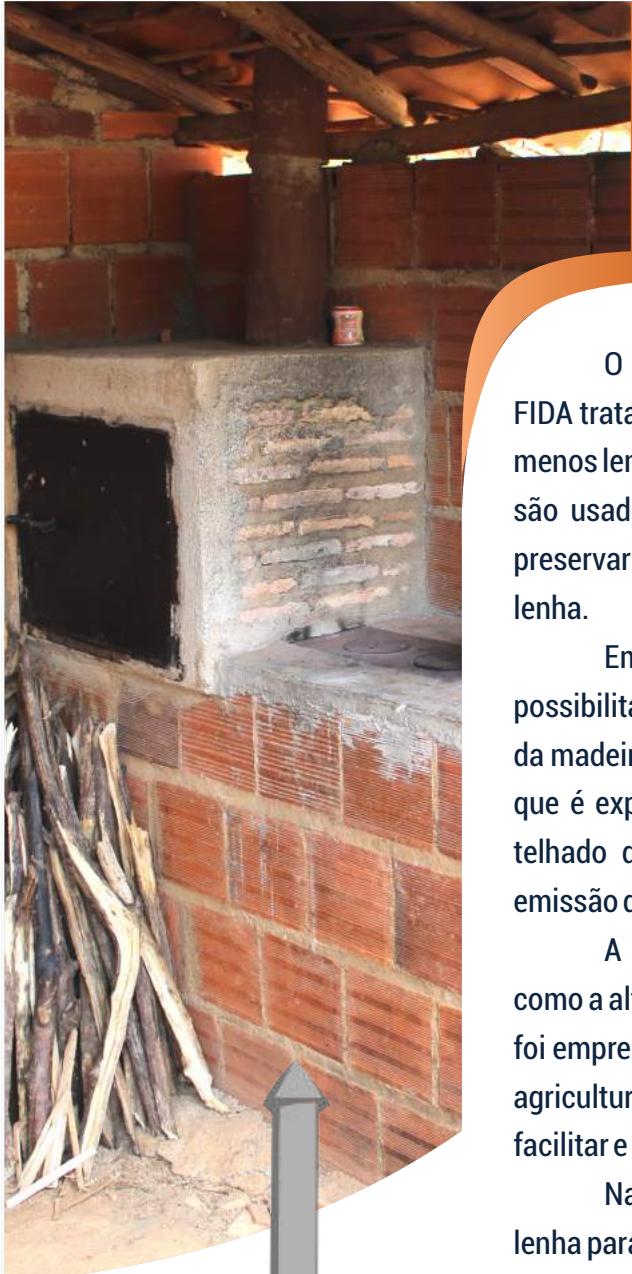
Universidade Federal  
de Campina Grande



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Investindo nas populações rurais



O fogão ecológico ou ecofogão utilizado nos projetos financiados pelo FIDA tratam-se de um melhoramento do fogão a lenha tradicional, que consome menos lenha e tem acoplado um forno. Para o uso e confecção do fogão ecológico são usados menos recursos financeiros e menos recursos naturais, além de preservar uma das tradições camponesas, as comidas preparadas no forno à lenha.

Em relação ao fogão a lenha tradicional, a câmara fechada do ecofogão possibilita um processo de produção de mais calor, aproveitando melhor a queima da madeira, tornando-se mais eficiente e com o mínimo de produção de fumaça, que é expelida por meio de uma chaminé de cerâmica até a parte de fora do telhado das casas, reduzindo o consumo de lenha e, consequentemente a emissão de fumaça.

A tecnologia social dos ecofogões/fogões ecológicos é apresentada como a alternativa mais eficiente aos fogões a lenha tradicionais. Esta tecnologia foi empregada por vários projetos de energias renováveis e de fortalecimento da agricultura familiar, como exemplo no Projeto Paulo Freire (PPF) no Ceará, para facilitar e melhorar a vida do homem no campo e preservar mais a natureza.

Na região Nordeste do Brasil, 85% das famílias da zona rural utilizam a lenha para o cozimento de alimentos. O modelo dos fogões ecológicos instalados nas comunidades através do CETRA (Centro de Estudos do Trabalho e de Assessoria ao Trabalhador) pelo Projeto Paulo Freire é baseado no ecofogão desenvolvido pela AS-PTA (Associação para a Agricultura Familiar e Agro-ecologia) para diminuir os efeitos prejudiciais causados pelo uso frequente dos fogões à lenha convencionais, pensando no desmatamento da vegetação nativa e nos problemas respiratórios oriundos da inalação da fumaça liberada pelo fogão. O principal objetivo é tornar sustentável o uso da madeira, evitando os problemas de saúde, melhorando a qualidade de vida das famílias e evitando a emissão de gases causadores do efeito estufa.



Os fogões a lenha utilizados para a cocção, na sua maioria, possuem baixa eficiência energética, geralmente menor que 10%. Por ser incompleta, a queima da lenha potencializa emissões de dióxido de carbono, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, além de compostos orgânicos particulados aos quais a exposição provoca doenças respiratórias.

Pensando em aplicar e melhorar uma tecnologia para a inclusão social das populações com menor condição financeira, iniciou-se a propagação da utilização de tecnologias sustentáveis. As tecnologias sociais podem ser definidas como técnicas, produtos e métodos multiplicados, testados e comprovados, como parte da solução de uma demanda social e sua respectiva capacidade de solução e transformação, dentro da coletividade.

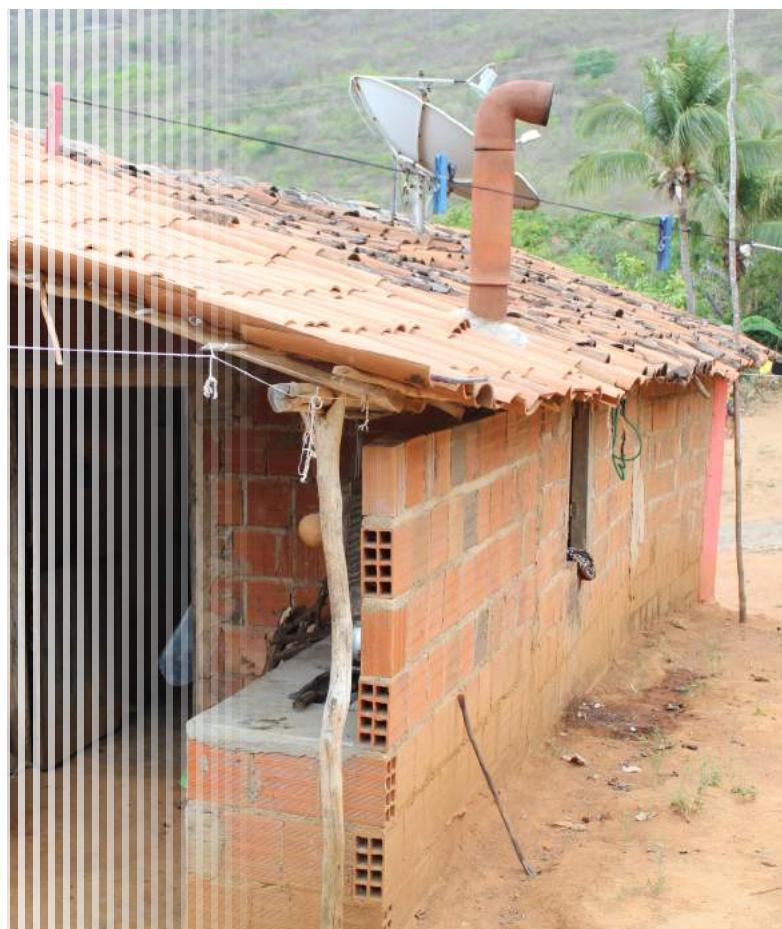
Afora a necessidade de um manejo adequado para extração da lenha, o modo de preparação dos alimentos nesses fogões necessita de uma atenção especial, uma vez que causam danos à saúde, devido ao alto índice de emissão de fumaça. Outra preocupação relacionada ao uso de fogões a lenha é a relação da mulher que dedica em torno de 18 horas semanais na busca de lenha para o preparo dos alimentos, expostas a situações que trazem riscos de vida por acidentes.



Pensando no meio ambiente, as formas tradicionais de cozinhar alimentos envolvem um alto consumo de combustíveis vegetais como lenha e carvão vegetal, resultando em uma combustão incompleta, onde são emitidos gases que agravam o efeito estufa e outros produtos que contribuem para o aquecimento global. Além disso, cerca de 30% da lenha consumida é coletada de forma não sustentável, resultando em emissões que equivalem a 2% das emissões globais de CO<sub>2</sub> e no desmatamento causando perda de biodiversidade local.

Como fator que promove a adoção do ecofogão, destaca-se a sua maior eficiência em relação ao fogão a lenha tradicional por utilizar menos lenha e ser mais ecológico do ponto de vista da emissão de gases tóxicos e de efeito estufa, tornando-se uma tecnologia ideal para a convivência sustentável do agricultor com o ambiente onde vive. Considerando que o fogão é um dos objetos mais utilizados e importantes da nossa casa, pois é nele que se prepara a comida da família todos os dias, algumas agricultoras destacam que preferem usar o fogão à lenha para cozinhar em relação ao fogão a gás, pois dizem que a comida fica muito mais saborosa e ainda não precisam gastar dinheiro comprando gás. Este fato torna ainda mais relevante a vantagem do ecofogão em relação ao fogão a lenha tradicional.

Por outro lado, as agricultoras ou seus filhos enfrentam algumas dificuldades para continuar usando o seu fogão a lenha, pois conseguir a madeira requer um trabalho pesado e cansativo, chegando a ser perigoso. Ultimamente, as mulheres precisam andar cada vez mais longe para juntar um feixe de lenha. Se já é trabalhoso ir longe, pior ainda é ter que trazer o peso para a porta de casa, processo muitas vezes feito de forma manual e até com a ajuda das crianças. O mais grave disso é que essa atividade repetidamente por dias está contribuindo ainda mais para diminuir as matas e a vegetação nativa. Usar lenha retirada em grande quantidade prejudica o equilíbrio do ecossistema e a população que vive e depende daquele local.



Existem pontos positivos e negativos da tecnologia do Ecofogão, sendo positivo quando o equipamento elimina o escape de fumaça que, antes, circulava por dentro da cozinha e até da casa; utiliza menor quantidade lenha e consequentemente contribui para preservação do meio ambiente; emite menos gases tóxicos à atmosfera, diminuindo o efeito estufa; traz um benefício econômico pois diminui o consumo de gás de cozinha (GLP-Butano); diminui o risco de acidentes de trabalho no manejo; evita o trabalho exaustivo na extração de madeira do meio ambiente e não passa gosto de fumaça para as comidas, pois utiliza uma chaminé para jogar a fumaça pra fora da casa. Os pontos negativos são que, infelizmente, ainda utiliza lenha na geração de calor; produz de fuligem e CO<sub>2</sub>; ainda traz riscos de queimaduras e requer manutenção de limpeza da fuligem na chaminé quando entope.

## CUSTO DA INSTALAÇÃO

O FIDA através do Projeto Paulo Freire no Ceará investiu por meio dos Planos de Investimentos Produtivos em tecnologias sociais que possibilitou de forma agroecológica o desenvolvimento sustentável e social de práticas de produção (agrícola e não agrícola) para consumo das famílias e comercialização, gerando assim renda e bem viver ao homem do campo. Neste sentido, foram financiados investimentos produtivos para implementação de fogões ecológicos.

Investimentos produtivos

**232**

Fogões Ecológicos

Valores dos Investimentos

**266.800,00**

Reais

Comunidades

**09**

A implantação de um fogão ecológico pode custar em torno de:

**R\$ 1.150,00**

Os valores variam de acordo com a tabela de preço dos materiais e mão-de-obra.

## QUANTIDADE TOTAL INSTALADA E NÚMERO DE BENEFICIÁRIOS

Quantidade Instalada: **994**

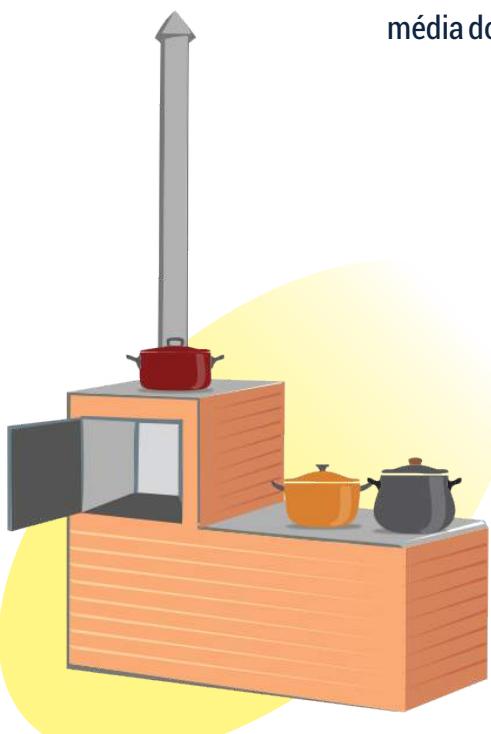
Número de beneficiários: **2982**

Municípios: **27**

Para construir um fogão ecológico de 2 metros de comprimento, 50 centímetros de largura e de altura variando entre 80 a 90 centímetros, precisamos em média dos seguintes materiais:

- ▶ Entre 300 a 350 tijolos do tipo manual maciço. Irá depender do tamanho da forma do tijolo
- ▶ 10 latas de massame ou barro saibre
- ▶ 1 saco de cimento
- ▶ 20 latas de areia para encher a parte oca do fogão
- ▶ 1 Forno construído com chapa 16 de 40 centímetros de comprimento, por 40 centímetros de profundidade e 35 centímetros de altura. Quando mandar fazer o forno no serralheiro, é bom encomendar duas grelhas: a primeira com 2 centímetros de altura para que não coloque os alimentos direto na chapa e outra na metade do forno. Por fim, é importante que o serralheiro construa hastes em cima em baixo de 5 centímetros de altura.
- ▶ 3 manilhas de barro de 50 centímetros de comprimento e 100 milímetros de diâmetro para a chaminé - Para o acabamento da chaminé, use um joelho de barro ou uma toca de zinco.
- ▶ Chapa mineira com 3 bocas.
- ▶ Um litro de verniz incolor ou resina para acabamento do fogão.

E para o acabamento da porta do forno, pode-se usar tinta apropriada para alta temperatura.



## A. CUSTOS DE MANUTENÇÃO

De acordo com os usuários a manutenção no ecofogão é mínima e varia conforme o uso e a forma de manuseio com a lenha na câmara de combustão. Outro acessório que requer cuidados é a chaminé que deve ser limpa a cada 6 meses devido o acúmulo de fuligem que pode entupir e fazer a fumaça voltar para dentro de casa. A manutenção pode ser feita pelo próprio beneficiário a medida da necessidade e do uso do ecofogão onde normalmente se precisa consertar as rachaduras na alvenaria provocada pelo calor e na chaminé que pode descolar da alvenaria. Também e em menor frequência, nas peças de ferro (chapa e forno) devido uma maior durabilidade do material. É muito relativa a manutenção pelo uso, já que alguns beneficiários também possuem fogão a gás.

O custo da manutenção varia conforme a peça que estragou, variando de R\$ 15,00 à 300,00, conforme nos declarou um usuário que recebeu a capacitação para construir os ecofogões nas comunidades.

## B. TEMPO DE VIDA ÚTIL DA TECNOLOGIA

A tecnologia social do Ecofogão possui uma vida útil de mais de 10 anos, porém nenhum dos que foram visitados possui esse tempo de uso. Esse tempo de vida útil foi analisado visto que ele é feito de alvenaria, ferro e cerâmica. Segundo depoimentos de usuários e construtor esse período pode variar para mais ou menos dependendo dos cuidados, zelo e da manutenção com seu equipamento. Com o Ecofogão tudo é muito relativo ao seu uso e cuidados feitos pelo usuário.

## C. IMPACTOS AMBIENTAIS

Estudos e pesquisas em comparação com o fogão a lenha convencional mostraram que o Ecofogão apresentou uma economia de 53,4% no consumo de madeira. O Ecofogão produz mais calor com menor quantidade de lenha e carvão protegendo assim o meio-ambiente. O consumo de madeira por família caiu de 270 para 135 quilos, por ano, redução equivalente a 50%.

A principal diferença do fogão convencional para o ecofogão está no uso da lenha, onde a quantidade utilizada é maior e a madeira fica mais exposta, emitindo mais fuligem. O convencional não tem forno e aquece menos, a câmara de combustão é mais aberta e emite mais fumaça e fuligem, poluindo mais a cozinha e o meio ambiente.

Os estudos mostraram um aumento na eficiência de 64% no Ecofogão comparado com o fogão convencional e também indicaram que o Ecofogão usou entre 53 e 57% menos lenha que o fogão convencional. Como consequência, reduziu o trabalho de coletar e armazenar a lenha em casa.

Os depoimentos dos familiares referem que o Ecofogão pode trabalhar com vegetação secundária, resto de madeira e materiais alternativos como sabugo de milho, casca de coco, gravetos e cascas mais grossas de árvores. Também foi visível que o Ecofogão produz menos fumaça do que o normal.

## D. IMPACTOS SOCIAIS (SOBRE AS MULHERES E JOVENS, POR EXEMPLO)

Além de ser uma demanda para a preservação ambiental, a utilização do Ecofogão também é uma questão de saúde pública, pois boa parte das mulheres e crianças, que estão condicionadas às atividades de casa e são usuárias do fogão a lenha convencional adoecem com problemas respiratórios devido a inalação da fuligem expelida. Estudos dizem que respirar a fumaça nesses casos é equivalente a fumar dois maços de cigarro por dia. No Brasil registra-se 21 mortes por ano pela aspiração da fumaça.

Melhoria da qualidade de vida das famílias com a redução de fuligem que causam danos à saúde, especialmente a das mulheres e crianças, também está associada a diminuição da carga de trabalho para procurar lenha nas matas.

Diante dessas observações concluímos que a distribuição e uso dessa tecnologia social do Ecofogão na região semiárida deve trazer impactos positivos para o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida das famílias rurais.

Outro benefício é econômico. O consumo de gás de cozinha reduziu em decorrência do maior uso do fogão agroecológico: o gás custava R\$ 75,00 ao mês para família e, hoje, meio botijão é mais que suficiente para dar conta da cozinha.

## E. ADAPTAÇÃO À REALIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR

O fogão ecológico tem como objetivo evitar fumaças dentro da casa, melhorar o aquecimento propiciando rapidez no preparo dos alimentos, queimar a lenha por completo, ser resistente evitando o aparecimento de rachaduras, ser adequado ao trabalho devido altura e superfície tecnicamente recomendáveis e, ainda, ter boa aparência e satisfazer toda a família.

Para as famílias beneficiadas, o equipamento trouxe muitas vantagens, sobretudo para a saúde, em função da diminuição da fumaça e da fuligem, além de não sujarem as panelas e as paredes das cozinhas. Também os ecofogões permitem uma economia financeira para as famílias por reduzir o uso de lenha, gás e carvão.

As famílias do Semiárido brasileiro usam como combustíveis para cozinhar o gás de cozinha, o carvão e a lenha. Isso foi confirmado nas visitas de campo realizadas. O uso de um ou outro depende do tipo de alimento que vai ser preparado, da disponibilidade e do preço de cada tipo de combustível, e da situação econômica da família em cada momento.

O Projeto Paulo Freire tem como objetivo reduzir a pobreza e elevar o padrão de vida de agricultores e agricultoras familiares em 31 municípios cearenses, através da inclusão social e econômica de forma sustentável. As comunidades rurais possuem alguns dos mais baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), critério adotado pelo Fundo Internacional de Desenvolvimento da Agricultura (FIDA), e o público prioritário do projeto são jovens, mulheres, povo e comunidades tradicionais.



## ANÁLISE DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>

A redução das emissões de CO<sub>2</sub> com o ecofogão foi calculada em comparação com o fogão a lenha tradicional. O ecofogão tem a vantagem de utilizar uma menor quantidade de lenha, produzir menos fuligem e fumaça. Com isso, o ecofogão é a melhor alternativa para a cocção de alimentos com o uso de lenha, reduzindo em 58,4% a emissão de CO<sub>2</sub>.

Gás	Fogão a lenha tradicional tCO <sub>2</sub> e	Ecofogão tCO <sub>2</sub> e
CO <sub>2</sub>	22,169020	9,232757
CH <sub>4</sub>	1,654500	0,689238
N <sub>2</sub> O	0,262955	0,109543
Total	24,086475	10,031537

## TRL DA TECNOLOGIA SOCIAL

O grau de maturidade tecnológica – TRL – do ecofogão está classificado entre o grau 8 e 9 pois o sistema real foi desenvolvido e aprovado através de operações bem-sucedidas. O TRL 9 é alcançado quando o elemento está integrado no sistema final e operando.

Percebe-se, através dos conceitos estudados, que os níveis de maturidade tecnológica de um elemento não são delimitados em relação às atividades realizadas. Além disso, vale destacar que um mesmo elemento pode apresentar diferentes níveis de maturidade tecnológica, pois depende da sua aplicação e do sistema final a ser integrado.



## PATENTES

A Ecofogão® foi a pioneira no desenvolvimento do fogão a lenha ecológico no Brasil e sua história vem da PROLEÑA uma ONG na América Central que foi pioneira a nível global no desenvolvimento do fogão a lenha ecológico. O desenvolvimento do fogão a lenha ecológico veio da observação do Rogério Carneiro de Miranda que é engenheiro florestal.

Assim começou a partir de 1994 os primeiros passos no desenvolvimento do fogão a lenha ecológico. Atualmente, um fogão a lenha ecológico tem uma alta eficiência energética, com a transformação da lenha em mais energia e em menos fumaça.

A partir de 2003 de volta ao Brasil, começou a desenvolver a empresa Ecofogão Indústria de Fogões Ltda a qual adaptou os Ecofogões às condições brasileiras, com melhores materiais, novos modelos e novas aplicações como forno e serpentina.

**Nº do pedido da patente no INPI: PI 0303647-2 A2**

Consulta à Base de Dados do INPI

[ Início | Ajuda? ] Anterior 2/2

> Consultar por: Base Patentes | Finalizar Sessão

Depósito de pedido nacional de Patente

(21) N° do Pedido: PI 0303647-2 A2  
(22) Data do Depósito: 14/10/2003  
(40) Data da Publicação: 31/05/2005  
(47) Data da Concessão: -  
(51) Classificação IPC: F24C 1/08  
(54) Título: FOGÃO DE LENHA ECOLÓGICO, EFICIENTE E SEM FUMAÇA

"FOGÃO DE LENHA ECOLÓGICO, EFICIENTE E SEM FUMAÇA". O fogão em questão visa a modernizar o uso da lenha para cocção doméstica com uma forma mais eficiente de combustão e provever melhores condições de trabalho para a cocção sem a contaminação direta de fumaça e fuligem no interior da cozinha ou morada. Adicionalmente permite um aproveitamento óptimo da energia térmica gerada com um forno para assados caseiros e um sistema de serpentina para aquecimento de água. Todo o conjunto é construído de uma forma compacta e portátil, permitindo o fácil transporte e instalação. O fogão em questão é constituído de uma câmara de combustão em forma de 'U' (A) invertida em um ambiente de isolante térmico (C), uma chapa de ferro fundido (D), uma chaminé (F), tudo estruturado por cantoneiros (H) e lâminas galvanizadas ou anti-corrosivas (I). Adicionalmente este fogão poderá ter um forno (E) e um sistema de serpentina (G) para aquecimento de água acoplado ao lado da câmara de combustão, ou sobre a chapa, ou mesmo na base externa da chaminé.

(71) Nome do Depositante: Rogério Carneiro de Miranda (BR/MG)  
(72) Nome do Inventor: Rogério Carneiro de Miranda



## SECANDO AS ROUPAS LAVADAS

Na comunidade de Santa Luzia as agricultoras costumam secar as roupas lavadas perto do Ecofogão devido o calor emitido pela chapa de ferro e curiosamente a roupa não fica com cheiro de fumaça porque o Ecofogão não deixa escapar a fumaça a não ser pela chaminé, onde a saída fica para fora do telhado. Portanto, a secagem de roupas próxima ao Ecofogão não deixa cheiro de fumaça!



## FOGÃO ECOLÓGICO REDUZ EM ATÉ 82% A EMISSÃO DE POLuentes

Segundo a Envirofit®, os fogões ecológicos reduzem o consumo de combustível em até 60% e diminuem a emissão de poluentes em até 82%. A Envirofit calcula que, ao longo de cinco anos de ciclo de vida, os seus fogões vão propiciar uma redução na emissão de CO<sub>2</sub> da ordem de 17 milhões de toneladas, o equivalente ao consumo anual estimado de mais de 1 milhão de automóveis. Hoje, 3 bilhões de pessoas em todo o mundo ainda cozinham em fogo aberto (pequenas fogueiras diretamente no chão) ou fogões rudimentares e altamente poluentes.

Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Parceiros:



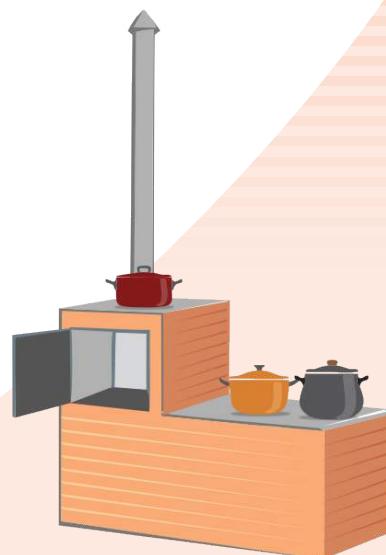
SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E DA PESCA

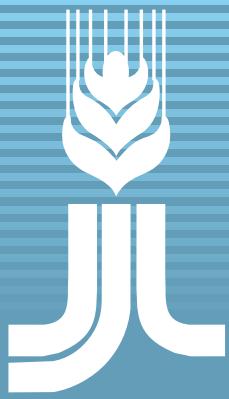


MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:





# PORTFÓLIO DIGITAL **BIOÁGUA**



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertão paraibano



PqTcPB  
Fundação Parque  
Tecnológico da Paraíba



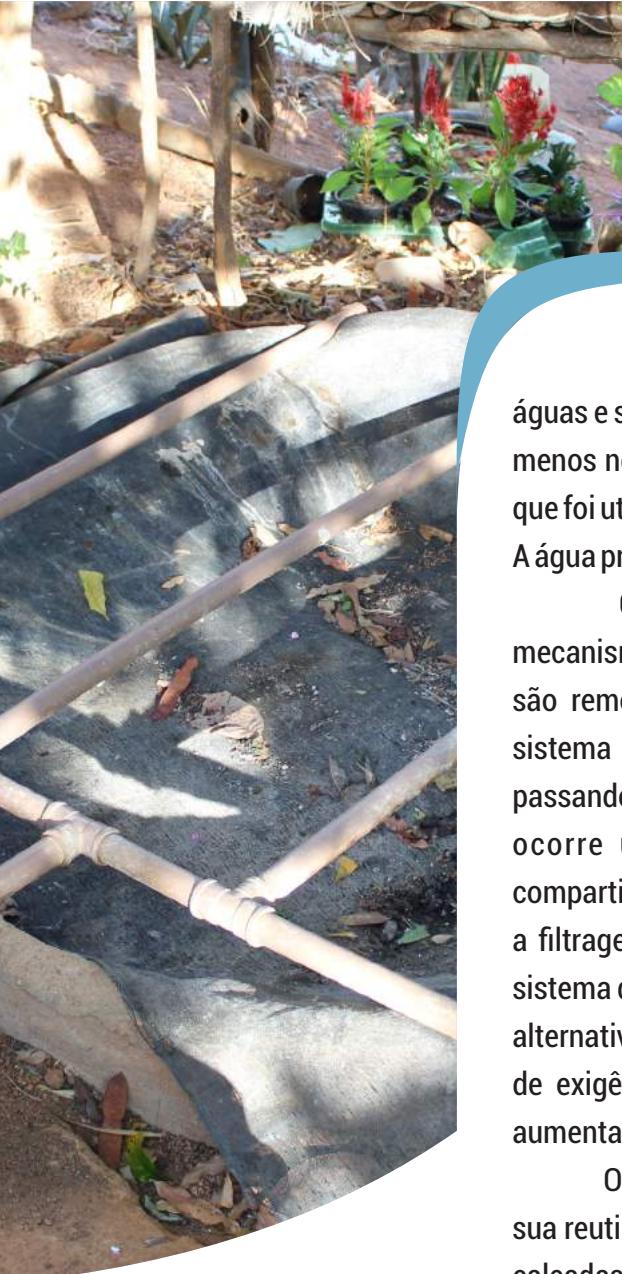
Universidade Federal  
de Campina Grande



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Investindo nas populações rurais

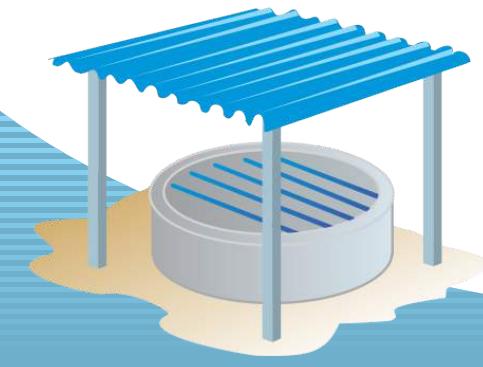


O Sistema Bioágua Familiar é uma tecnologia social de tratamento de águas e saneamento rural que possibilita gerar água para irrigação e outros usos menos nobres. Esse sistema tem como finalidade tratar e disponibilizar a água que foi utilizada em atividades como banho, lavagem de roupas, pratos e panelas. A água proveniente dessas atividades é denominada de água cinza.

O tratamento da água cinza por esse tipo de tecnologia ocorre a partir de mecanismos de filtragem e por processos físicos e biológicos. No tratamento, são removidos os resíduos mais grosseiros através de um componente do sistema denominado caixa de gordura. Em seguida, a água cinza prossegue passando por uma rede hidráulica que a distribui para um filtro biológico, no qual ocorre uma ação de organismos e microrganismos que atuam em compartimentos filtrantes, onde a água passa pelo processo de depuração. Após a filtragem, a água cinza tratada é armazenada para ser bombeada para um sistema de irrigação por gotejamento. Essa tecnologia social é considerada uma alternativa adequada para a destinação dos efluentes, auxiliando no suprimento de exigências nutricionais das plantas, reduzindo os custos de produção e aumentando a atividade biológica do solo.

O Sistema Bioágua promove a economia de água, permitindo ao usuário a sua reutilização para fins não potáveis, como o cultivo de plantas, a lavagem de calçadas e pisos, entre outros usos. Isso é fundamental em períodos de crise hídrica, ainda mais no Semiárido brasileiro, que tem como característica climática uma intensa evaporação de água e precipitação média anual menor que 800 mm. Os Projetos financiados pelo FIDA que envolvem a instalação e a implantação de tecnologias sociais como o Sistema Bioágua são bastante relevantes, pois o reúso da água cinza tratada para fins agrícolas é uma alternativa viável que aumenta a disponibilidade hídrica e ajuda a superar a escassez, mitigando os impactos severos da seca.

A implantação do Sistema Bioágua em consonância com a vivência do agricultor familiar permite um manejo mais sustentável e cuidadoso com a terra, garante a segurança alimentar e comercialização dos excedentes da produção. Com isso, durante os períodos de chuva, as famílias podem armazenar a água cinza tratada, e nos períodos críticos, terá o benefício de irrigar as culturas, e consequentemente, manter a renda familiar. Diante desse cenário, a convivência com o Semiárido permite às comunidades rurais se adaptarem e aprenderem a utilizar os recursos naturais de maneira mais racional, especialmente a água, que é o recurso mais limitante na região.



## Fatores que promovem ou limitam a adoção da tecnologia

O Sistema Bioágua é uma ação complementar que pode assegurar uma melhor oferta de água a baixo custo, a partir do uso racional da água, destinação adequada de efluentes, principalmente regiões em que o acesso a água é um fator limitante. De modo geral, a tecnologia é acompanhada de capacitação e colabora para a segurança hídrica e alimentar dentro do conceito da economia circular. Em relação aos fatores limitantes da tecnologia, está a possibilidade de contaminação por microrganismos patogênicos, sendo necessário o manejo da tecnologia seguindo as boas práticas de uso do Bioágua e o monitoramento periódico da qualidade da água cinza tratada.



## Análise de custo de instalação

Custos de instalação (valor em R\$): **R\$ 3.500,00 à R\$ 7.500,00**

Custos de manutenção (valor em R\$): **R\$ 0,00 à 600,00**

Tempo de vida útil da tecnologia (valor em anos): **até 20 anos**



## Impactos ambientais

Segundo o Sistema Nacional de Informações Saneamento (SNIS), no Brasil o atendimento da população à coleta de esgoto corresponde a 53%. A partir desse cenário, é possível observar uma cadeia de possíveis impactos negativos. Em locais que não possuem saneamento, o principal problema está relacionado ao fato de que os esgotos não tratados são lançados sem nenhum critério. Essa ação gera um efeito dominó, pois com o aumento indiscriminado de carga orgânica no solo, pode ocorrer infiltração pelo lençol freático atingindo os corpos hídricos e com isso, aumentando as taxas de nitrogênio e fósforo na água,. O excesso desses elementos causam reações químicas, físicas e biológicas e pode ocasionar a morte dos organismos aquáticos, doenças de veiculação hídrica, entre outros problemas. Embora a água tenha um poder incrível de se recuperar, que é o de autodepuração, uma grande quantidade de esgoto lançado dificulta o tratamento para que ela se torne potável novamente.

Com o tratamento pelo Sistema bioágua é possível diminuir esse lançamento indiscriminado de esgoto, aproveitando a matéria orgânica presente na água cinza tratada para irrigar culturas. Alguns estudos mostram a importância da matéria orgânica e outros elementos presentes na água de reúso e sua aplicação na agricultura por melhorar as condições físicas, biológicas e químicas do solo. Um dos fatores está relacionado ao aumento de alguns elementos químicos como o fósforo e nitrogênio, que são problema para os corpos hídricos por causa da eutrofização, mas que, para algumas classes de solos da região semiárida brasileira, como por exemplo o Neossolo litólico, seriam uma solução, pois são elementos pouco encontrados nessas localidades e são nutrientes importantes para o desenvolvimento das culturas.

## Impactos sociais sobre as mulheres

Quando comparado ao reúso no descarte da água cinza, o Sistema bioágua facilita o trabalho da família agricultora, pois para fazer o reúso de descarte eles teriam que reunir as águas após cada uso na cozinha e lavagem das roupas e armazenar esse volume em baldes ou compartimentos, geralmente, de 100 ou 200 litros. Após todo esse trabalho, as águas cinzas podem ser utilizadas nas regas das plantas no entorno das casas, ainda que de maneira manual, sendo planta por planta, tornando ainda mais cansativa a atividade. No sistema bioágua, as águas usadas são destinadas por tubulações hidráulicas até os filtros biológicos e físicos, onde ocorre o tratamento e armazenamento posterior em reservatórios maiores e apropriados. Desse reservatório, a água pode ser bombeada para um sistema de irrigação por gotejo, simplificando todo o trabalho com o reúso de água de descarte domiciliar e ainda possibilita ampliar o sistema de produção de plantas, proporcionando mais tempo livre para outras atividades, inclusive para geração de mais renda.



## ANÁLISE DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>

Para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> no sistema bioágua, devem ser realizadas análises químicas da água de reúso, para comparação com adubações realizadas com fertilizantes industriais. Outra possibilidade é a utilização de sensores nos locais onde há o lançamento de efluentes no sistema bioágua para obtenção do índice de emissões.

A redução das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas ao sistema bioágua deve ser calculada caso a caso, levando em consideração as emissões pelo lançamento de efluentes na ausência dessa tecnologia. O grande destaque do sistema bioágua é a economia de água pelo reúso, reduzindo gastos com a utilização de água tratada, que pode também servir de base para o cálculo das reduções das emissões de CO<sub>2</sub>.

## QUANTIDADE TOTAL INSTALADA E NÚMERO DE BENEFICIÁRIOS

Quantidade Instalada (valor total): **494**

Número de beneficiários (valor total): **494 famílias**

Municípios (valor total): **21 MUNICÍPIOS BENEFICIADOS EM QUATRO ESTADOS**

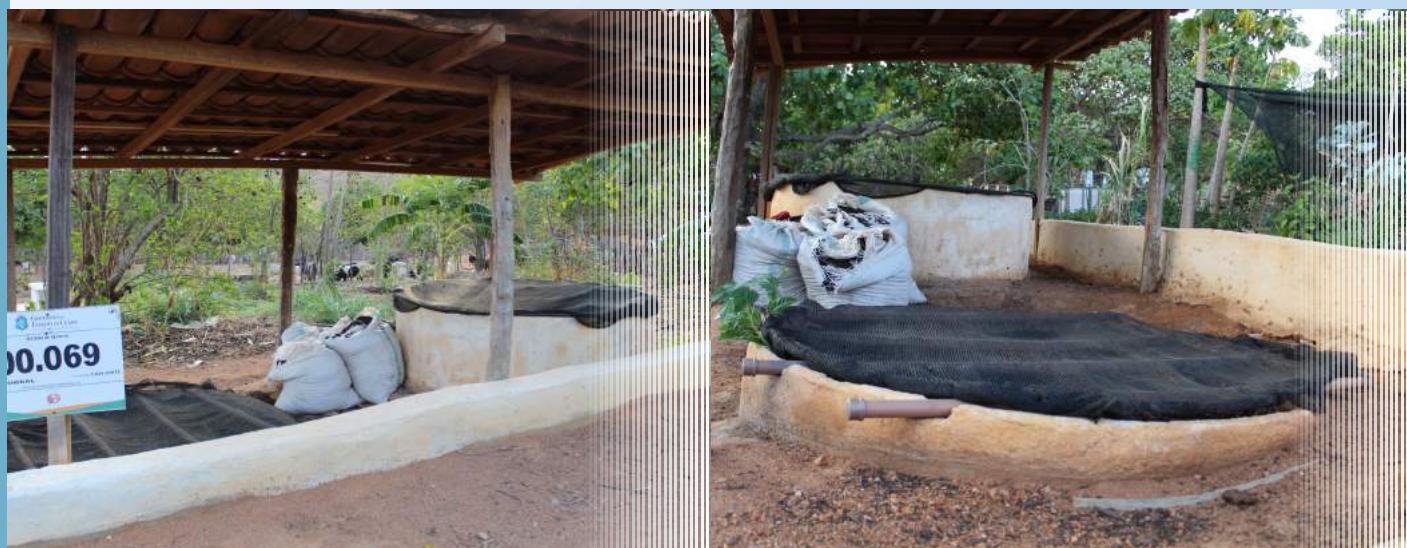
## TRL DA TECNOLOGIA SOCIAL

Para avaliar a maturidade tecnológica do Sistema Bioágua utilizou-se a Technology Readiness Level -TRL que é uma metodologia que mensura essa maturidade, utilizando uma escala com nove níveis, e cada nível corresponde a uma fase de desenvolvimento. A partir desse conceito é possível avaliar que o Sistema Bioágua se enquadra na TRL de 7 a 8, pois a TRL 7 consiste na demonstração do protótipo do sistema/subsistema em ambiente operacional e a TRL 8 trata-se de um sistema real desenvolvido e aprovado.





A água é um bem vital para diferentes culturas, e, desde a antiguidade, as civilizações se desenvolvem em locais próximos aos cursos d'água, como rios, lagos, mar e outros. A qualidade da água já era uma preocupação há 2.000 a.C., pois os persas puniam quem poluísse os recursos hídricos. O tratamento de água tem registro no antigo Egito, há cerca de 1.500 a.C. Havia uma preocupação por parte dos egípcios com a água imprópria, devido a transmissão de doenças. Por isso, eles realizavam o tratamento da água utilizando sulfato de alumínio com o objetivo de clarificar a água. Os antigos Sâncritos e Gregos recomendavam o tratamento da água. Eles realizavam o armazenamento em vasos de cobre, removiam a "nebulosidade" da água por processos de filtração, exposição à luz do sol e ebólition.



Em 1855, John Snow conseguiu provar que a cólera era uma doença de veiculação hídrica. Isso ocorreu através de um estudo de caso em que observou uma rua onde havia um poço que era contaminado com águas de um esgoto, e no outro lado, as águas escorriam para longe. Ele percebeu que as pessoas que bebiam a água contaminada com água de esgoto quase todos adoeciam, e com isso, ele conseguiu comprovar sua teoria. No final da década de 1880, Louis Pasteur demonstrou a "Teoria do Germe" para doenças. Essa teoria explica como organismos microscópicos podem transmitir doenças a partir da água.

A origem da palavra saneamento deriva do latim e pode ter vários significados, dentre eles está: tornar saudável, habitável, curar, sarar e restituir. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e pela Lei nº. 11.445/2007. O saneamento consiste em conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais. Uso da água é necessário para as mais diversas finalidades, inclusive para fins potáveis, como: higiene básica, tarefas domésticas, irrigação, cozimento e higienização de alimentos, entre outros. Há registros que os gregos utilizavam as águas dispostas nos esgotos para irrigar as plantações, realizando dessa forma o reuso das águas.

## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ALVES, P. F.S.; SANTOS, S. R.; KONDO, M. K.; ARAÚJO, E.D.; OLIVEIRA, P. M. Fertirrigação do milho com água residuária tratada: crescimento e produção. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 23, nº 5, 2018.

Apostila água acesso em 11 de dezembro de 2020:  
<https://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/agua.pdf>.

Cartilha Bioágua no Clima da Caatinga acesso em 14 de novembro de 2020:  
[https://www.noclimadacaatinga.org.br/wpcontent/uploads/no\\_clima\\_da\\_caatinga\\_cartilha\\_bioagua.pdf](https://www.noclimadacaatinga.org.br/wpcontent/uploads/no_clima_da_caatinga_cartilha_bioagua.pdf)

GOUVEIA, A. R. Manual de uso e manutenção do Sistema Bioágua. Projeto Enel Compartilha Infraestrutura: Bioágua Familiar., 2019.

LANDO, G. A.; QUEIROZ, A. P. F.; MARTINS, T. L. C. Direito fundamental à água: o consumo e a agricultura sustentável pelo uso dos sistemas de cisterna e bioágua familiar nas regiões do semiárido brasileiro. Revista Campo Jurídico, v. 5, nº 1, p. 35-64, 2017.

OLIVEIRA, J. F.; FIA, R.; FIA, F. R. L.; RODRIGUES, F. N.; OLIVEIRA, L. F. C.; LUIS CESAR FILHO, A. L. Efeitos da água residual de laticínios na respiração basal do solo, produtividade e remoção de nutrientes por Tifton 85 (*Cynodon* sp.). Revista de Ciências agrárias, v. 42 (1), p. 155-165, 2019.

Revista Questão de Ciência acesso em 11 de dezembro de 2020:  
<http://revistaquestaodeciencia.com.br/questao-nerd/2019/04/15/john-snow-na-guerra-das-epidemias>.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. & SILVA, F.B.R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: PEREIRA, J.R. & FARIA, C.M.B., eds. Fertilizantes: Insumos básicos para a agricultura e combate à fome. Petrolina. Embrapa, 1995. p.51-71.

SANTIAGO, F. DOS S.; JALFIM, F. T.; DOMBROSKI, S. A. G.; SILVA, N. C. G. DA; BLACKBURN, R. M.; SILVA, J. K. M. DA; MONTEIRO NETO, L.; VALENÇA, J. R. DE F.; NANES, M. B.; RIBEIRO, G. A. Manejo do Sistema Bioágua Familiar. [s.l.: s.n.]

SANTOS, C. F.; MAIA, Z. M. G.; SIQUEIRA, E. S.; ROZENDO, C. A contribuição da Bioágua para a segurança alimentar e sustentabilidade no Semiárido Potiguar brasileiro. Sustentabilidade em Debate. v. 7. Edição Especial, p. 100-113, 2016.

SCHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos impactos dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. Revista Ambiente e Sociedade, v. 17, p. 12-32, 2014.

SILVA, M.; OLIVEIRA, A. Processo de revitalização do sertão: uma prática necessária sobretudo em Quixeramobim-CE. Revista de Geografia e Ordenamento do Território, nº 9, p. 263-279, 2016.

<http://revistaquestaodeciencia.com.br/questao-nerd/2019/04/15/john-snow-na-guerra-das-epidemias>

<https://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/agua.pdf>

Realização:



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertão da Paraíba



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



Parceiros:



PROJETO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
DO CARIMB, SERIDÓ E CIRINHÁU



SECRETARIA DE ESTADO  
DA AGRICULTURA, DO  
DESENVOLVIMENTO  
AGROPECUÁRIO E DA PESCA



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:



Investindo nas populações rurais



# RENOVA SEMIÁRIDO

Energias  
Renováveis



## Equipe Técnica



MÔNICA TEJO



MARCO PAVARINO



KENYA ARAÚJO



JUSCELINO SOUSA



FRANCISCO PETRÔNIO



ARY PRATA



JOSEMIR MOURA



DANIEL CASSIMIRO



ÂNGELA OLIVEIRA



ALEXANDRE D'ANDREA



MESSIAS SEVERINO



WEDSCLEY MELO



REBECA ALBINO



ALEX PIMENTEL



VANESSA GOMES



THIAGO XAVIER

