



# CARTILLA ENERGÍA 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



Los aerogeneradores son dispositivos que aprovechan la energía del viento. Se pueden usar para generar electricidad o para bombear agua destinada al almacenamiento o al riego. También se pueden usar para mover aireadores en tanques de tratamiento de agua o en la acuicultura.

Para bombear agua, el molino de viento debe instalarse junto con una bomba de pistón. Para el riego, se usa generalmente para bombear el agua a los embalses situados en una cota más alta del terreno. Desde el embalse, el agua puede distribuirse por gravedad a los sistemas de riego por goteo, microaspersión o superficie. Es un sistema de alto costo de adquisición en comparación con el sistema de bombeo eléctrico, pero de bajo costo de operación y mantenimiento. Un requisito básico para la instalación del sistema es que la región tenga vientos superiores a 2 m/s.

En el caso de la generación de energía eléctrica, las turbinas eólicas se acoplan a generadores eléctricos (aerogeneradores) que se conectan a la red eléctrica pública, o aun, se usan para alimentar un banco de baterías. La energía generada por estos dispositivos se denomina entonces Energía Eólica. Aunque el potencial brasileño de generación de energía eólica es alto, las regiones con mayor porcentaje de agricultura familiar instalada no presentan potencial de generación de energía por grandes parques eólicos. Sin embargo, existe un potencial eólico suficiente para generar energía eléctrica para usar en el proceso productivo de la agricultura familiar con riego.

Como se ha visto, las aplicaciones de los aerogeneradores son diversas y varían según las necesidades, sobre todo en zonas remotas, donde se usan para generar energía eléctrica doméstica y para bombear agua. También se emplean en sitios turísticos o en aquellos alejados de las redes eléctricas, para proveer electricidad para operar todos los equipos de apoyo y las máquinas de procesamiento. Los aerogeneradores pequeños se usan para proveer energía en escalas variadas, para atender desde una comunidad aislada, hasta en pequeñas adaptaciones para generar electricidad en parques eólicos compuestos por aerogeneradores pequeños. En estas escalas, los aerogeneradores pequeños se usan para suministrar agua, para el abrevado de animales, la irrigación y el drenaje de llanuras que se inundan, y pueden o no estar asociados a otros dispositivos de generación y almacenamiento de energía en sistemas híbridos, es decir, sistemas con más de una fuente de energía. Las formas de producción local, como los pequeños aerogeneradores, también podrían representar una solución definitiva para sus necesidades de energía eléctrica, o aun, el uso de molinos eólicos para bombear agua subterránea para la agricultura y para el uso doméstico.

Tanto los aerogeneradores destinados al bombeo de aguas subterráneas como los destinados a la producción de electricidad a pequeña escala se adecuan perfectamente al uso en comunidades agrícolas, una vez que proporcionan los medios necesarios para la subsistencia humana, animal y vegetal. También hay que tener en cuenta que la diversificación de la matriz energética rural es imprescindible, sobre todo para el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en las propiedades rurales. Cabe considerar, aun, que el uso de este tipo de tecnologías mejora los ingresos del agricultor, ya que reduce los costos de mantenimiento. El molino eólico es una tecnología que ofrece la esperanza de que el agricultor pueda adquirir un importante recurso tecnológico que no requiere conocimientos técnicos avanzados y con bajo costo de mantenimiento.

La posibilidad de rentabilizar los recursos financieros del agricultor, evitando la inversión en equipos que requieren conocimientos técnicos específicos y elevados costos de adquisición, como es el caso de los paneles fotovoltaicos, ha proporcionado a cientos de propiedades rurales la oportunidad de mejorar su calidad de vida gracias al suministro, por parte del FIDA, de kits de aerogeneradores con sistemas de riego. Actualmente, en el Semiárido brasileño, los molinos eólicos rurales que más se utilizan son los de bombeo de agua para consumo y riego. En Paraíba, por ejemplo, se instalaron 498 molinos eólicos entre los años 2016 y 2019, como resultado de una alianza entre el Gobierno de Paraíba y el FIDA, en las comunidades beneficiadas por el Procase (Proyecto de Desarrollo Sustentable del Cariri, Seridó y Curimataú), en 56 municipios del semiárido de Paraíba. En general, estos equipos son populares y casi siempre tienen el mismo diseño, siguiendo el modelo norteamericano. Realizan el trabajo mecánico de bombear agua y, al ser populares, una vez instalados, su mantenimiento es fácil y se realiza con una frecuencia espaciada.

## Factores que promueven o limitan la adopción de la tecnología

El uso de la energía eólica, ya sea para el bombeo hidráulico de pozos, ya sea para la generación de energía eléctrica, presenta diversas ventajas de uso, así como también diversos desafíos. A diferencia de otras fuentes de energía, como el petróleo o incluso el agua, el viento no es otra cosa que aire en movimiento y, por lo tanto, no corre el riesgo de agotarse. Por lo que no hay ninguna restricción para el uso y aprovechamiento de los beneficios de la energía eólica. Esta fuente energética es tan sustentable que no emite ningún elemento que contamine el aire o el medio ambiente. Como si no bastara con la preservación del medio ambiente, la energía eólica también es económica. En la agricultura familiar, el aprovechamiento del viento se produce principalmente mediante el uso de aerogeneradores hidráulicos. La principal ventaja del uso de estos equipos en la agricultura familiar de la región semiárida es que los aerogeneradores trabajan en condiciones de baja y mediana presión, por lo que pueden utilizarse para bombear fuentes de agua con pequeños caudales. Además, no requiere la filtración del agua de bombeo y permite la aplicación localizada del agua, con un costo de inversión menor en comparación con otros sistemas de riego.





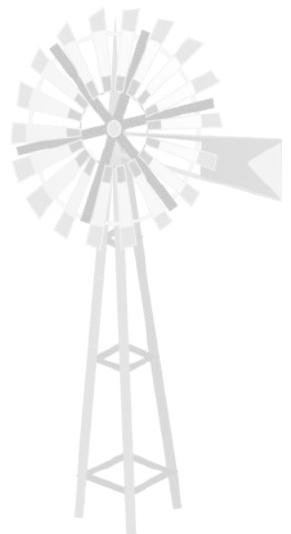
Sin embargo, algunas de estas ventajas pueden simplemente convertirse en desventajas, porque este tipo de tecnología está limitada a regiones con disponibilidad de viento. Este hecho es aún más importante cuando se trata del uso de molinos eólicos para el riego, en el que el bombeo debe ser más constante. Además, el uso para el bombeo de agua salobre también aumenta los costos de mantenimiento, ya que el equipo se ve constantemente afectado por las incrustaciones de óxido. Por lo tanto, este sistema está indicado para el riego de superficies inferiores a 3 ha, lo que limita la expansión de las áreas productivas.

En general, el costo-beneficio es mayor que el de la instalación de bombas eléctricas. En las pruebas realizadas por Embrapa en Pacajus, en el estado de Ceará, el sistema fue eficiente para áreas pequeñas. En comparación con el sistema de bombeo eléctrico, el molino eólico tuvo un costo inicial más elevado. Pero, a mediano y largo plazo, el sistema de riego con energía eólica presentó ventajas, ya que no es necesario pagar por la fuente de energía, y genera menos gastos de mantenimiento de los equipos, además de ser un sistema que no contamina el medio ambiente. Teniendo en cuenta el volumen medio diario de agua bombeada, el uso de un conjunto de bombas eléctricas monofásicas de 1,0 CV sería suficiente para satisfacer la demanda hídrica de una superficie de 6000 m<sup>2</sup> de regadío. Sin embargo, hay que tener en cuenta la necesidad de una red eléctrica, y aun, el pago mensual de la factura de electricidad. Sea cual sea el sistema de accionamiento de la bomba, los pequeños agricultores sin recursos económicos no pueden permitirse el costo de la implantación.

Pero no solo el proceso de adquisición se considera un desafío transponible para el uso de esta tecnología por parte de los agricultores familiares de la región semiárida brasileña. Aunque se trata de una tecnología popular y muy conocida en la zona rural, en general el equipo requiere un mantenimiento rutinario y su reparación debe ser realizada por personal especializado. Esto puede dificultar el mantenimiento, en especial en las comunidades más alejadas de las zonas urbanas. Además, con el bombeo de aguas pesadas, el equipo se ve afectado a menudo por la incrustación de óxido. Por lo tanto, capacitar mínimamente al agricultor para realizar el mantenimiento y ejecutar pequeñas reparaciones es crucial para la independencia tecnológica, el empoderamiento y, en consecuencia, la reducción significativa de los costos de asistencia técnica.

Otro desafío, que se convierte en una limitación de la tecnología, es que, para su uso, es necesaria la disponibilidad permanente de viento en la localidad, sobre todo cuando el uso del aerogenerador se destina al bombeo de agua para el riego, lo que requiere un flujo de viento más constante. Además, el uso del molino eólico para el riego es comprobadamente eficaz para las pequeñas áreas productivas, lo que puede contribuir a la operación de los pequeños productores, pero es un desafío que se debe tener en cuenta cuando se trata de su uso en las comunidades.

# ANÁLISIS DE COSTO BENEFÍCIO



**Costos de instalación (en reales): 7.000,00 (compra + instalación)**

**Costos de mantenimiento (en reales): 500,00/ano**

**Vida útil de la tecnología (en años): 30 años**

**Impactos ambientales (valor porcentual): 0**

## Impactos sociales

Los largos períodos de sequía, junto con las altas temperaturas, hacen que la vida en el Semiárido brasileño represente un desafío para el agricultor familiar, en especial en las regiones más pobres. Para los que no han abandonado su tierra en busca de un medio de vida en las grandes ciudades, es habitual recorrer kilómetros en busca de agua, no siempre potable, transportada en burros, o incluso en pesados bidones sobre la cabeza. Para las familias, esta tarea corresponde casi siempre a la mujer y a los niños, ya que el hombre se encarga del trabajo en el campo, de la cría de animales y de la comercialización de los productos del trabajo familiar. Indirectamente, estas condiciones desafiadoras traen consecuencias incluso para la salud, así como la reducción del nivel de escolaridad de estas poblaciones.

La ampliación de la oferta de agua promovida por el FIDA, en alianza con los Gobiernos Estatales, ha tenido un impacto positivo en la vida de estas personas. Con el agua, la productividad agrícola y de los rebaños ha aumentado en estas regiones y, con ello, el asentamiento de los hombres en el campo, lo que ha permitido ampliar la superficie cultivada y, en consecuencia, la oferta de alimentos para la mesa de todos.



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

Con el bajo índice de desarrollo humano en las regiones interioranas del Semiárido brasileño, se espera que el nivel de escolaridad, el saneamiento básico y el nivel financiero de estas comunidades también sean bajos. Como consecuencia, el acceso a las empresas que pueden ofrecer asistencia técnica especializada también es limitado. Por lo tanto, para que estas comunidades puedan adoptar una determinada tecnología, es esencial tener en cuenta la resistencia/durabilidad, la facilidad de operación y reparación, así como el abaratamiento de los costos de mantenimiento. Los molinos eólicos cumplen todos estos requisitos, son una tecnología consolidada, es un equipo considerado resistente y duradero, con bajo costo de adquisición y mantenimiento y fácil de manejar. Aunque tiene algunas limitaciones, sobre todo en cuanto a la capacidad de uso y a la necesidad de vientos constantes, ha sido una alternativa barata e importante para proporcionar calidad de vida al hombre del campo en el Semiárido brasileño.

Hay varias empresas que fabrican, venden, instalan y prestan servicio de mantenimiento de aerogeneradores hidráulicos en el Semiárido brasileño. Sin embargo, aunque son una obra de evolución tecnológica, los aerogeneradores son prácticos porque se pueden adaptar a diversas situaciones; son durables, porque pueden tener una vida útil de hasta 30 años; son ecológicos, porque no utilizan ninguna fuente de energía accesoria (solo el movimiento del viento); y son fáciles de mantener, porque sus componentes son asequibles y se puede reparar en pequeñas poblaciones.

Los costos de adquisición y mantenimiento son proporcionales a la necesidad de uso y, en consecuencia, al caudal de bombeo de agua pretendido y a la velocidad media del viento en el lugar de instalación. En el 2020, el precio de adquisición de esta tecnología variaba entre R\$4.000,00 y R\$10.000,00 dependiendo del caudal. Por ejemplo, un aerogenerador montado en una torre de 10 m de altura que proporciona un caudal de agua de entre 10.000 y 15.000 l/día, puede llegar a R\$4.900,00 reales. Para el uso de aerogeneradores en sistemas de riego, un estudio realizado en el 2003 por la Embrapa Agroindústria Tropical estimó que para montar una superficie de riego de 6.000 m<sup>2</sup> con un aerogenerador hidráulico se necesitarían alrededor de R\$15.500,00. Con el precio actualizado para el año del 2020, este mismo sistema podría costar alrededor de R\$19.300,00.

## ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los sistemas con aerogeneradores se puede calcular mediante la comparación con el consumo de energía eléctrica para bombear un volumen de agua equivalente (en el caso de las bombas eléctricas) o mediante la comparación con el consumo de diésel en el caso de conjuntos motobomba de combustible. Aunque se requiere un estudio caso por caso para verificar la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> con los aerogeneradores, el reemplazo del bombeo eléctrico o de combustible por el bombeo con aerogeneradores puede mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. La tecnología se clasifica en el alcance 2, que se refiere a la compra de energía, según el inventario de emisiones del GHG Protocol.



# CANTIDAD TOTAL INSTALADA Y NÚMERO DE BENEFICIARIOS

Cantidad instalada (valor total):	498
Número de beneficiarios (valor total):	3671 familias
Municipios (valor total):	56



## CANTIDAD DE PATENTES

Aunque el molino de viento se considera un invento muy antiguo, a lo largo de la historia ha recibido varias mejoras destinadas a aumentar la eficiencia de esta tecnología. Por ejemplo, al buscar la combinación "molino de viento" en la base del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) desde 1992 hasta 2015 se registraron 27 solicitudes de patentes. Sin embargo, de estas, solo se contabilizaron 10 solicitudes que efectivamente se relacionan con mejoras orientadas al bombeo de agua y al riego de cultivos para comunidades rurales. De estas, los documentos de las patente PI 0012810-4 y PI 0000092-2 no están disponibles en la base de datos del INPI. El documento PI 0805788-5 A2 se refiere a una tecnología para la generación de energía eléctrica para pequeñas comunidades, por lo que también se consideró pertinente. Otras tecnologías, como la patente BR 20 2012 012558 2, por ejemplo, tratan de mejoras en la estructura de la bomba de agua acoplada al molino eólico. Esta tecnología aumenta la eficiencia de la bomba usando un pistón de doble acción que proporciona una reducción de potencia y proporciona seguridad al sistema de rotor eólico y bomba. Otro beneficio de esta invención es que la aducción de agua puede alcanzar hasta 150 metros.

## TRL de la Tecnología social

La escala de niveles de madurez tecnológica (Technology Readiness Level, TRL) permite clasificar y monitorear el nivel de madurez de un desarrollo tecnológico, además de permitir una comparación directa entre diferentes activos. En el caso de los productos que ya están en el mercado, estos activos deben clasificarse en la escala de 7 a 9. El molino eólico en su formato actual ya es una tecnología estable, mejorada, ampliamente comercializada y popular. Aunque se ha popularizado y se considera fácil de utilizar y mantener, el aerogenerador hidráulico ha tenido muchas mejoras tecnológicas a lo largo de los años, desde su concepción en Persia, en el año 915 a.C. Aun así, toda y cualquier tecnología se puede mejorar o rediseñar para optimizar su desempeño o darle otro uso. Para los proyectos apoyados por el FIDA, el molino eólico ha sido asociado especialmente con el cultivo de nopal y de huertas, promoviendo la alimentación para los pequeños rebaños y la población agrícola del Semiárido.

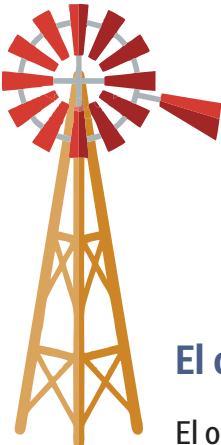


## EXPERIENCIAS REALES

**LOCALIDAD:** Algodão de Jandaíra - PB

Visitamos el campo de nopal forrajero y la huerta de una familia beneficiada con un kit de riego movido por aerogenerador financiado con recursos del FIDA en la ciudad de Algodão de Jandaíra, en el interior de Paraíba. Actualmente, la propiedad cuenta con una parcela regada con agua bombeada por el molino eólico. Las fotos representan claramente el estado general de la propiedad, con tierra seca y agrietada. La instalación de este proyecto trajo alegría y calidad de vida a esta familia.





## El origen del molino de viento se remonta al año 915 a.C

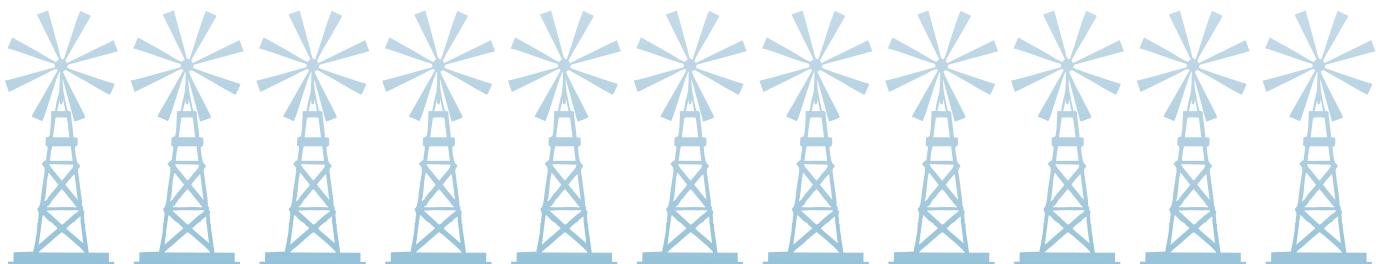
El origen del aerogenerador se remonta a los antiguos molinos de viento. Su origen no está muy claro, pero algunos estudiosos creen que se originó en Persia en el año 915 a.C., actual Irán. Sin embargo, hay indicios del uso de molinos más remotos en Irak, Egipto y China. En Europa, los molinos de viento se introdujeron en el siglo XII, pero solo en el siglo XV se extendieron por todo el continente. A lo largo de los siglos, el uso de la energía eólica se ha empleado en muchas aplicaciones, como la molienda de granos, la extracción de aceite o el bombeo de agua, entre otras.

## Una tecnología sencilla con una fuente de energía inagotable para la agricultura

El funcionamiento del aerogenerador se basa en el movimiento de las masas de aire, que al pasar por las hélices hacen girar sus palas. Para el bombeo de agua, el aerogenerador debe instalarse junto con una bomba de pistón. Para el riego, se usa generalmente para bombear el agua a embalses elevados. Desde el embalse, el agua puede distribuirse por gravedad a los sistemas de riego por goteo, microaspersión o superficie. Es un sistema de alto costo de adquisición en comparación con el sistema de bombeo eléctrico, pero de bajo costo de operación y mantenimiento.

## La transición del molino de viento a la generación de energía eléctrica

Charles Francis Brush (1849-1929), uno de los fundadores de la industria eléctrica estadounidense, construyó un gran molino de viento en su propiedad en Cleveland. Este fue el primer registro de una turbina movida a viento para la producción de electricidad. El diámetro del rotor era de 17 metros, con 144 palas de madera. La turbina funcionó durante 20 años y se usó para cargar las baterías situadas en el granero de su mansión. Esta primera versión generaba solamente 12 kilovatios (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 en: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17961474/energia-eolica-pode-ser-alternativa-para-pequenas-propriedades>. Acceso el: 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. Concesión: 14 de julio de 2015.

Cata-vento. WIKIPEDIA. 2020. Disponível en: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Cata-vento> Acceso el: 27 nov. 2020.

Catavento direto da fábrica (Cód. 69766), MFRural. Disponível en: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/69766/catavento-direto-da-fabrica>. Acceso el: 27 nov. 2020.

Cataventos, Yvel. 2017. Disponível en: <http://yvel.com.br/cataventos/> Acceso el: 27 nov. 2020.

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

CRISÓSTOMO, Lindberg Araújo. Sistema de irrigação localizada acionado por energia eólica. Fortaleza: Embrapa, 2003, 13p. Disponível en: [http://www.cnpat.embrapa.br/docs/arquivos/Relatorio\\_Energia\\_eolica.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/docs/arquivos/Relatorio_Energia_eolica.pdf) Acceso el: 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. Publicación: 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.: Disertación (maestría) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

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

MELO, Silvia. Venda de água mineral ajuda a matar a sede no semiárido. Catracalivre. 2019. Disponível en: <https://catracalivre.com.br/projetos/venda-de-agua-mineral-ajuda-matar-sede-no-semiarido/> Acceso el: 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. Publicación: 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. Disertación (maestría) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

Principais aplicações. Neoeolica. 2011. Disponível en: <http://www.neoeolica.com.br/aplications.htm> Acceso el: 27 nov. 2020.

Ricardo lança pacote de ações do Procase com investimento de R\$ 40 milhões. Governo do Estado da Paraíba. 2018. Disponível en: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/ricardo-lanca-pacote-de-acoes-do-procase-com-investimento-de-r-40-milhoes>. Acceso el: 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. Concesión: 14 de febrero de 2006.

SANTOS, José Moacir dos. A bomba Volanta no Semiárido Brasileiro. IRPAA. 2012. Disponível en: <https://irpaa.org/BAP/index.html> Acceso el: 27 nov. 2020.

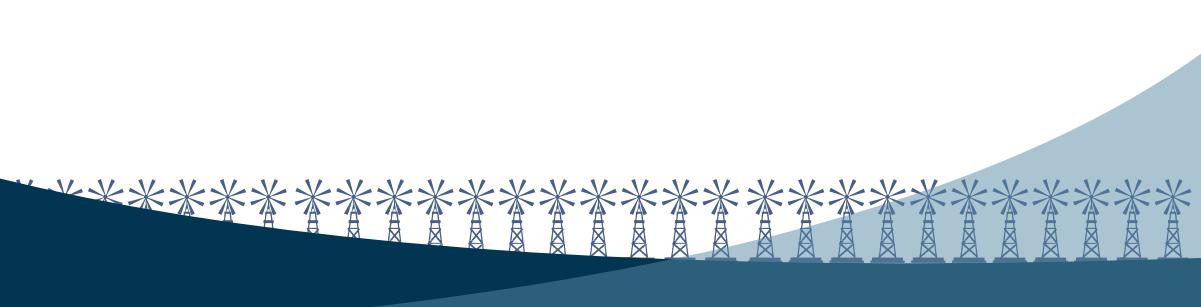
SCHISTEK, Haroldo. A bomba d'água popular. IRPAA. 2012. Disponível en: <https://irpaa.org/publicacoes/artigos/bap-artigo-revisado.pdf> Acceso el: 27 nov. 2020.

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

Sistema de irrigação localizada acionado por energia eólica. Embrapa. 2003. Disponível en: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1872/sistema-de-irrigacao-localizada-acionado-por-energia-eolica> Acceso el: 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 Semiárido - 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. Disertación (maestría) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.



Logro:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Socios:



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



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:



Investindo nas populações rurais



CARTILLA  
**ENERGÍA  
SOLAR**



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertânia paraibano



PaoTcPB  
Fundação Parque  
Tecnológico de Paraíba



Universidade Federal  
de Campina Grande



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Investindo nas populações rurais



La Energía Solar es una energía alternativa, sustentable y renovable, cuya fuente es el Sol y se puede usar principalmente como energía eléctrica fotovoltaica y térmica. La energía fotovoltaica es la conversión directa de los rayos solares en electricidad y la energía térmica aprovecha el calor del Sol para calentar el agua o para transformarse en energía eléctrica.

Las principales inversiones del FIDA se centran en la implantación de sistemas fotovoltaicos en agroindustrias y comunidades del Semiárido brasileño. Los sistemas fotovoltaicos están compuestos por paneles solares fotovoltaicos, que son básicamente dispositivos que se usan para convertir la luz solar en energía eléctrica en células fotovoltaicas. Las células solares o fotovoltaicas se encargan de captar y convertir los rayos solares en energía eléctrica. Los sistemas también aportan un módulo fotovoltaico que es el componente responsable de generar energía, básicamente se trata de una placa protegida por un vidrio donde se colocan las células solares y se conectan entre sí por medio de cables, completando el montaje de un módulo. El montaje de un sistema fotovoltaico autónomo para usar en el riego de zonas agrícolas, además de los equipos mencionados anteriormente, requiere un regulador de carga, una batería o banco de baterías y un inversor de corriente continua a corriente alterna, para suministrar corriente alterna al conjunto motobomba y a los posibles equipos eléctricos del sistema de automatización del riego. En algunos casos no se utilizan baterías. Cuando se conecta a la red eléctrica, es necesario un inversor solar que invierta la electricidad generada por el panel solar de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC), demandada por la mayoría de los equipos eléctricos, así como un cuadro eléctrico que reciba la energía que sale del inversor solar y la distribuya a su casa o empresa, y un contador que calcule y devuelva a la red el exceso de electricidad producido cuando hay demasiado sol o poco consumo. Esta electricidad adicional se introduce en la red del distribuidor, convirtiéndose en "créditos de energía" que se pueden usar por la noche, en días nublados o en los meses siguientes. Además, este contador también mide la entrada de energía pública que se consume cuando no hay sol y calcula el saldo de energía que se debe a la distribuidora en esos casos. A diferencia de los medios convencionales de producción de electricidad que usan el principio de inducción electromagnética para generar una corriente alterna en el circuito, la conversión fotovoltaica se produce de forma directa, en la que los fotones del Sol interactúan directamente con los electrones de las células del material semiconductor, generando una corriente unidireccional, es decir, una corriente continua.

## Cuál es la justificación para que encaje en este proyecto y ejemplos de productos/prototipos en desarrollo o instalados (basado en las experiencias FIDA)

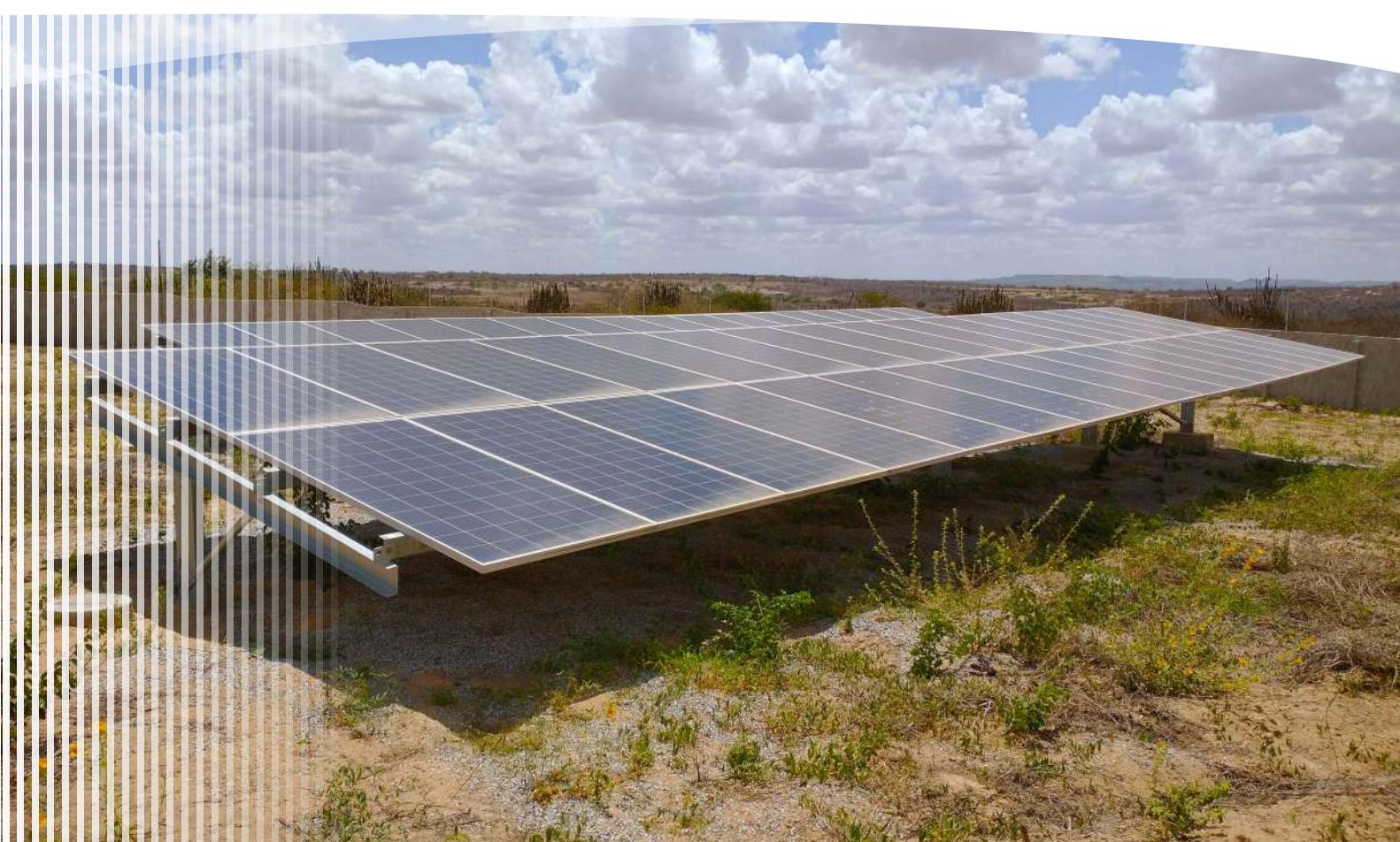
El Semiárido brasileño tiene un gran potencial para la producción de energía solar fotovoltaica, y puede ser mejor explotado para transformar este potencial en oportunidades reales, capaces de generar empleo e ingresos, una vez que las mayores irradiaciones solares en Brasil se dan en áreas de bajo desarrollo económico, sobre todo las que se encuentran en esta región. Otro factor importante está relacionado con la reducción de los impactos ambientales en comparación con los medios de producción de energía eléctrica convencional, una vez que la producción de energía fotovoltaica no genera emisión de CO<sub>2</sub> ni otros gases, ni siquiera de contaminantes líquidos o sólidos durante la generación de energía eléctrica. Dada la gran disponibilidad de fuente energética solar en el Semiárido, el FIDA ha fomentado el uso de la energía fotovoltaica en la región mediante varios proyectos con los Estados.

La implantación de paneles solares en sistemas agroindustriales y en las comunidades rurales ha repercutido en la reducción del costo de la electricidad, aumentando la competitividad de las empresas rurales, así como los ingresos y la sustentabilidad de los emprendimientos. Se identificaron 33 inversiones que implican sistemas fotovoltaicos en los estados de Paraíba, Piauí y Sergipe, que abarcan 14 asociaciones/cooperativas y benefician a 5676 familias. Todos estos proyectos son financiados por el FIDA y en alianza con otros organismos públicos.



## Factores que promueven o limitan la adopción de la tecnología

La energía solar es una fuente inagotable y de bajo impacto ambiental que puede complementar satisfactoriamente la oferta de energía generada por las centrales hidroeléctricas, cuya oferta se ve disminuida por las recurrentes bajadas del nivel de agua en los embalses. Esto impacta de forma negativa la generación de energía y exige el accionamiento y uso de centrales termoeléctricas, lo que aumenta la liberación de gases de efecto invernadero. Los costos para implementar sistemas de energía solar son relativamente altos; sin embargo, se puede ahorrar hasta cinco veces más que con el sistema convencional, lo que hace que, a pesar de la dificultad existente para la adquisición de sistemas solares, su implementación sea económicamente interesante con el paso del tiempo. De esta forma, la economía generada puede ser equivalente al valor invertido con la amortización que se produce a lo largo de los meses de uso, y con la alta durabilidad y el bajo costo de mantenimiento.



Además de no emitir CO<sub>2</sub> ni otros gases, ni siquiera contaminantes líquidos o sólidos durante la generación de energía eléctrica, los volúmenes de emisión en las etapas de fabricación de los equipos usados en el sector fotovoltaico son bajos y la cantidad de energía generada a lo largo de la vida útil de los sistemas fotovoltaicos es de 8 a 17 veces mayor que la energía consumida en su fabricación, por lo que es una alternativa viable en este segmento. Cabe resaltar también, que, al final del ciclo de vida de un sistema fotovoltaico, cerca del 85 % de sus componentes pueden ser reciclados y reutilizados, por lo que los impactos ambientales, ya bastante reducidos, tienden a ser aún menores a largo plazo.

# ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO

## Costos de instalación (valor em reales):

### DOMICILIAR

El costo de un sistema solar fotovoltaico residencial (incluida la instalación y los materiales) es de aproximadamente R\$19.520,05, considerando el uso de un generador de 3,46 kWp instalado en una residencia con un consumo medio mensual de 372,6 kWh.

### COMERCIAL

Por otra parte, con una inversión alrededor de R\$187.495,07 en un sistema solar fotovoltaico es posible obtener un sistema comercial con una generación de energía prevista de 585.000 kWh mensuales.

## Costos de manenimiento (valor en reales):

El mantenimiento de este sistema (después de 25 años) equivale a R\$ 5.000,00.

Tenemos el costo de mantenimiento, representado por el reemplazo de los inversores en el 15.<sup>º</sup> año, por el monto de R\$ 22.131,40 y la depreciación del 1,5 % en el primer año y del 0,7 % del costo de adquisición en los demás años.

Vida útil de la tecnología (valor en años): unos 25 años.

## Impactos sociales

Las inversiones del FIDA buscan priorizar a los grupos productivos con énfasis en las mujeres, jóvenes, quilombolas, indígenas y la población negra y parda. Con este enfoque, se priorizan todas las inversiones que tengan en cuenta el incremento de ingresos, la equidad de género, el aumento de la calidad de vida y la mejora de las condiciones de trabajo como política pública. La energía solar se considera una tecnología que va más allá de la cuestión medioambiental, una vez que es capaz de reducir los costos de producción con el potencial de aumentar la autoinversión en otras necesidades del grupo. Esta acción repercute positivamente en la capacidad de generar ingresos de estos grupos prioritarios, mejorando el bienestar social de la colectividad.

## Adaptación a la realidad de la agricultura familiar

La tecnología disponible permite diversos usos para la agricultura familiar, ya sea para reducir los costos de producción o para la reemplazar totalmente la fuente de energía. Como ejemplos prácticos, podemos mencionar la implantación de paneles fotovoltaicos para el bombeo de agua para diversos usos, incluido el riego de campos de producción. En el caso de uso para captar agua, tiene la ventaja de poder instalarse en lugares con indisponibilidad de la red eléctrica convencional. La presencia de agroindustrias que hacen uso de esta fuente de energía ha ido aumentando en el país, mejorando la competitividad y la inserción en los mercados. Es una tecnología fácil de manejar, que requiere un mantenimiento básico para funcionar y con gran potencial de uso en la agricultura familiar, sobre todo en el Semiárido, que cuenta con una gran oferta de la principal materia prima: el Sol.

## ANÁLISIS DE LA EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> con el uso de paneles fotovoltaicos se calculó teniendo en cuenta las emisiones indirectas por la compra alternativa de energía eléctrica, en el enfoque de elección de compra. Sin tener en cuenta el ciclo de vida de la fabricación de los paneles fotovoltaicos, hay una reducción del 99,9 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con el consumo de electricidad de la red eléctrica convencional.

El cálculo se hizo comparando el consumo de energía eléctrica antes y después del uso de energía solar fotovoltaica en una Cooperativa de Picuí, en el estado de Paraíba. Los factores de emisión utilizados se basaron en la matriz energética brasileña.

Mês	Consumo (MWh)	Fator Médio de Emissão	Total de emissões (tCO <sub>2</sub> e)
Agosto/2019	2206	0,1070	236
Agosto/2020	0,165	0,1070	0,018

## CANTIDAD TOTAL INSTALADA Y NÚMERO DE BENEFICIARIOS

CantidadInstalada (valor total): 2722

Número de beneficiarios (valor total): 8.461 familias

Municipios (valor total): 24 municipios

## TRL DE LA TECNOLOGÍA SOCIAL

Los paneles fotovoltaicos se clasifican en la TRL 9 puesto que ya han sido probados y ya son comercializados y usados con éxito por la comunidad, considerando que este nivel se alcanza cuando las tecnologías en cuestión se aplican en sistemas que tienen éxito en una operación real. También se destaca que la diferencia fundamental entre TRL 8 y 9 está relacionada con la operación del sistema. La construcción de un nuevo avión es TRL 8, pero volarlo por primera vez de forma real es TRL 9.

TRL : 9

## LOCALIDAD:

Fuimos hasta Picuí y Nova Palmeira para ver las acciones realizadas con la financiación del FIDA. En Picuí, visitamos la Cooperativa Agroindustrial del Seridó y Curimataú Paraibano (COOASC), que se benefició de la instalación de un sistema solar fotovoltaico para reducir los costos en el procesamiento de la pulpa de fruta.

En Nova Palmeira, en la comunidad de Saquinho, visitamos la propiedad del Sr. Euclides y familia, que fueron beneficiados con un kit solar fotovoltaico para el riego de su propiedad. Todas las familias beneficiadas por la experiencia se mostraron satisfechas y agradecidas por recibir la tecnología.





Visitamos una cooperativa para la producción de pulpa de fruta y una propiedad rural que recibieron sistemas solares fotovoltaicos gracias a los recursos del Procase/PB y del FIDA. En la actualidad, la cooperativa situada en la ciudad de Picuí ha disminuido los costos de producción gracias a la reducción de los costos de electricidad, a la que contribuye el sistema fotovoltaico, una vez que la propiedad rural tiene parte de su producción regada con agua bombeada por dicho sistema. Las fotos retratan bien las experiencias y la situación actual de los sistemas en las localidades.





## La energía fotovoltaica existe desde 1839?

Alexandre Edmond Becquerel descubrió el efecto fotovoltaico en 1839 mientras realizaba experimentos electroquímicos en el taller de su padre. En 1873 se creó la primera célula fotovoltaica de selenio. En la actualidad, casi el 80 % de los paneles solares están compuestos por alguna variación de silicio gracias a Calvin Fuller, que en 1954 desarrolló las células fotovoltaicas de silicio. En 1973, la Universidad de Delaware, en Estados Unidos, construyó la primera casa alimentada por energía solar. Pero fue en 2004 cuando se produjeron en todo el mundo millones de células con una eficiencia del orden del 16 %, superando por primera vez la barrera de 1 gigavatio de potencia eléctrica anual.

## Además de la energía obtenida de la luz solar, ¿qué otros dispositivos aprovechan la energía del sol?

**"Aqualuz"**: Tecnología orientada al tratamiento de cisternas, que solo usa la luz solar, sin necesidad de sustancias químicas, filtros sofisticados o intervenciones en la cisterna. Su montaje solo requiere 10 minutos, con un uso diario durante 20 años, y su mantenimiento solo requiere agua y jabón. La tecnología consiste en una caja de acero inoxidable cubierta por un vidrio y una simple tubería conectada a la cisterna.

**Destilador solar**: Es un prototipo robótico (DSR) de bajo costo y fácil de manejar, con un sistema de rastreo solar, destinado a aplicaciones residenciales, de laboratorio e industriales, para la destilación de agua. El equipo se compone de cuatro partes fundamentales: canaleta receptora; tubo absorbente; sistema robótico de movilidad de la antena y sistema de refrigeración del condensador.

**Dessalinizador solar**: Esta tecnología promueve la destilación solar eliminando completamente todas las sales, metales pesados, bacterias y microbios presentes en el agua contaminada, así como diversos pesticidas, debido a las altas temperaturas y a la radiación ultravioleta. Al final del proceso, se realiza fácilmente una reconstitución simple de las sales para su uso como agua potable.

**Secador solar**: Se compone de una pieza que desempeña simultáneamente la función de recoger la energía solar y de servir de cámara de secado, donde la radiación solar incide directamente sobre el producto colocado en el secador. El aire se calienta y la circulación se realiza por convección natural, lo que resulta en un rápido y de bajo costo.



## REFERENCIAS 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.

Logro:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Socios:



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



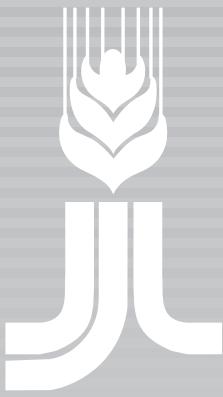
MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:



Investindo nas populações rurais



# CARTILLA **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



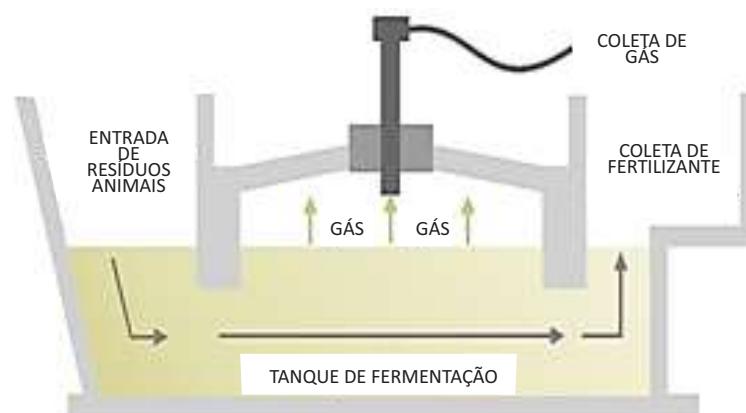
Un biodigestor es un equipo que descompone la materia orgánica, como el estiércol de ganado, caballo, gallina, cerdo, los residuos vegetales de los cultivos (paja, hierba y hojas) y los excrementos humanos, para producir biogás. El biogás se compone principalmente de gas metano y dióxido de carbono, y debido a esta composición puede sustituir al gas de cocina tradicional, lo que se traduce en beneficio económico para el usuario, y en consecuencia, beneficio para el medio ambiente, una vez que se trata de una tecnología sustentable.

Hay varios modelos disponibles en el mercado, pero la elección del modelo de biodigestor más adecuado dependerá de las necesidades del productor, por ejemplo, de la cantidad de materia orgánica que va a procesar, del costo de la inversión y de otros factores. Los modelos de biodigestores más conocidos en el mundo son los chinos, los indios y los canadienses.

El funcionamiento de los biodigestores se divide en tres etapas:

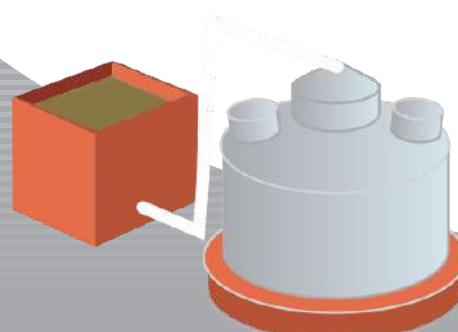
- 1. Aportación de estiércol;**
- 2. Tanque de fermentación;**
- 3. Salidas para el biogás y los residuos procesados.**

De acuerdo con las etapas mostradas, podemos presentar la estructura física de un biodigestor modelo indio, como se muestra en la siguiente ilustración:



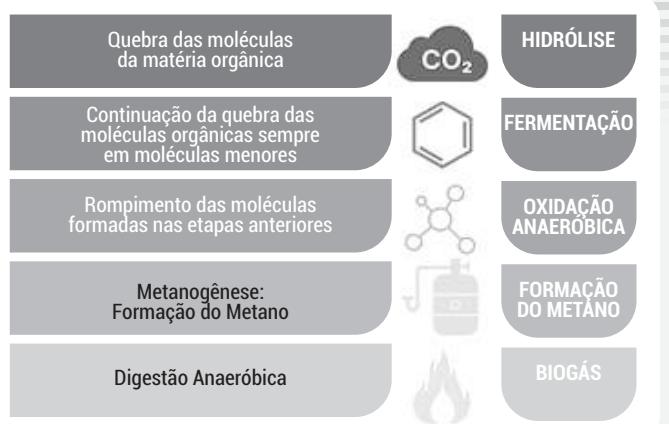
SALOMOM, K. R.; FILHO, G. L. T. Biomassa. 1<sup>a</sup> ed. Itajubá, MG: FAPEPE, 2007

La figura anterior permite observar que hay una entrada para los desechos de los animales, que es donde el agricultor pone tales desechos cada día; un tanque de fermentación, que es donde ocurre la magia de la transformación de la materia orgánica en biogás; y tenemos dos salidas: una para recoger el biogás producido en el tanque de fermentación y otra para retirar el resto de la materia orgánica que ha sufrido la transformación.



## ¿Cómo se produce el biogás?

Tal como se mencionó anteriormente, la magia de la producción de biogás ocurre en el tanque de fermentación. Pero, ¿quiénes son los responsables de este proceso? Los magos de este espectáculo se llaman microorganismos, seres vivos muy numerosos, pero tan pequeños que no los podemos ver a simple vista, solo con la ayuda de un microscopio. Cada grupo de estos microorganismos desempeña un trabajo especial en las etapas del proceso de transformación de la materia orgánica en metano y dióxido de carbono, para lo cual es necesario proporcionar un ambiente anaeróbico, es decir, sin oxígeno. La siguiente ilustración muestra las etapas de este proceso y lo que ocurre en cada una de ellas.



Cabe resaltar que solo las bacterias anaerobias participan en la fase de metanogénesis (formación de metano), en la que se produce el gas metano. Estas bacterias son sensibles a las variaciones de temperatura y operan a una temperatura entre 10 y 45 °C.

## ¿Cuál es la justificación para que se encaje en este proyecto?

Teniendo en cuenta la misión y los desafíos del FIDA y resaltando la tecnología en cuestión, se constata que el biodigestor es una tecnología sustentable y económicamente viable para los productores rurales con un beneficio económico y medioambiental. El biofertilizante puede usarse para mejorar los cultivos sin necesidad de fertilizantes industriales, y el biogás producido puede usarse para sustituir el gas de cocina (GLP), lo que representa un ahorro de recursos económicos para los usuarios. Además, el uso del biodigestor puede contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con las fuentes de energía usadas por la agricultura familiar (como la quema de leña), siguiendo los objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre la mitigación de las emisiones de gases responsables del cambio climático, colaborando así para la reducción de problemas, como la desertificación del bioma Caatinga, con la búsqueda de alternativas energéticas.

El Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) tiene como objetivo ayudar a las poblaciones más pobres de los países en desarrollo. Entre los desafíos que el FIDA busca superar, se encuentran la pobreza extrema y la desnutrición, la escasez de agua para consumo humano y uso productivo, los bajos ingresos agrícolas, el cambio climático y los riesgos ambientales, las dificultades de acceso a los mercados, la coordinación ineficaz de políticas y programas públicos, las escasas actividades no agrícolas de las familias rurales, la falta de acceso a políticas y programas agrícolas y de bienestar social, entre otros.

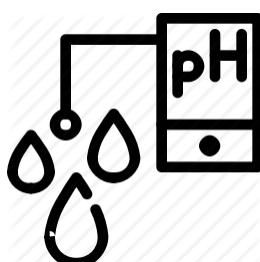
## Factores que promueven o limitan la adopción de la tecnología

Parámetros como la temperatura, el pH, la concentración de nutrientes, el mantenimiento frecuente y otros factores, influyen directamente en el rendimiento del digestor y son fundamentales y útiles para el diseño y operación de digestores eficientes y para entender cómo pueden producirse condiciones adversas y cómo evitarlas. Es importante destacar que los factores mencionados están sujetos a un control externo en el proceso de digestión anaeróbica.



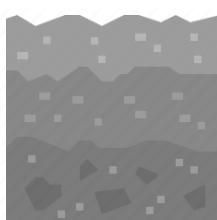
### TEMPERATURA

La temperatura es un factor importante para la producción de biogás, el principal producto generado en el biodigestor. El proceso puede ocurrir a una temperatura entre 10° y 60 °C, dependiendo del tipo de bacterias. El proceso de producción de biogás no se ve afectado por el aumento de la temperatura en unos pocos grados, sin embargo, una disminución en unos pocos grados puede perjudicar la producción de metano. Cabe destacar que la acción de las bacterias acidificantes no se ve afectada por la disminución de la temperatura, por lo que podrá ocurrir una acumulación de ácidos, lo que puede resultar en una falla estructural en el biodigestor. Durante las estaciones frías, puede haber una disminución en la producción de biogás debido al rango de operación de los microorganismos que participan en el proceso de digestión anaeróbica. Los sistemas mesófilos son muy sensibles a la cuestión de la variación de la temperatura ambiente, y la producción de biogás puede detenerse o disminuir durante el periodo invernal en los climas más fríos.



### 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.



### LUGAR DE RECOGIDA DE BIOMASA

En los corrales donde el suelo es de tierra, puede haber contaminación del biodigestor con otros materiales e influir en la producción de biogás.



### AGITACIÓN DE LA BIOMASA

Es necesario agitar la materia orgánica para facilitar el contacto de los microorganismos con la biomasa. Sin embargo, una agitación excesiva puede provocar el arrastre de la biomasa, con lo que se pierde la eficacia de la producción.

# GUIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



El mantenimiento de la estructura del biodigestor es importante, debido al desgaste de las partes integrantes del biodigestor, como las válvulas, las tuberías y los depósitos, que pueden provocar fugas de biogás.



En condiciones normales de temperatura y presión, el metano es un gas incoloro, inodoro e inflamable, y la fuga de este gas en contacto con el aire puede provocar explosiones, si se manipula en un lugar cerrado y en presencia de una fuente de ignición.



Como el biodigestor queda expuesto al sol y la mayoría de las partes integrantes del biodigestor son de plástico, como las mangueras de goma, las tuberías de PVC, las válvulas y otras, con el paso de los años el sol hará que las tuberías se decoloren y se resequen, volviendo frágil su estructura. Ante ello, cualquier impacto externo puede causar grietas, roturas u otro daño a la estructura de la tubería, válvula, manguera y similares.

Debido a los riesgos, es fundamental realizar el mantenimiento preventivo frecuente para conservar los tanques, la tubería de las máquinas y equipos, y así asegurar que no se produzcan fugas que puedan resultar en contaminación ambiental y en daños a la salud humana y animal (GOMES et al., 2015).





## IMPACTOS SOCIALES (PARA LAS MUJERES Y JOVENES, POR EJEMPLO)

En la vida cotidiana de los grandes centros urbanos, las tecnologías se usan para ayudar y aportar beneficios en el ámbito económico o en términos de bienestar, facilitando el trabajo de las personas. El uso de tecnologías adaptadas debe extenderse también al medio rural, para ayudar al pequeño agricultor en sus tareas. Debido a diversas dificultades laborales que surgen en el campo, el pequeño productor rural, en muchos casos, necesita buscar su fuente de ingresos en las ciudades, y termina por abandonar el lugar donde vivió la mayor parte de su vida, en la mayoría de las situaciones.

En ese sentido, las tecnologías pueden servir para reducir o erradicar posibles problemas que dificulten el desarrollo del trabajo en el campo, además de ser beneficiosas en términos económicos y medioambientales. La mayor parte de los alimentos de que dispone la población brasileña son producidos por la agricultura familiar, formada por pequeños productores rurales, pueblos y comunidades tradicionales. Eso comprueba la importancia de la población rural para la sociedad y, por lo tanto, se deben poner a disposición más herramientas para agregar valor al trabajo rural.

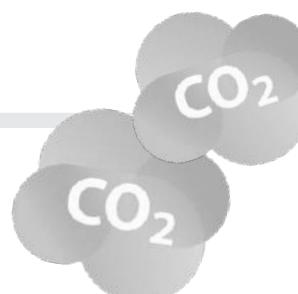


Los proyectos como los que el FIDA apoya, además de proporcionar asistencia tecnológica y conocimientos a los trabajadores rurales, también tienen un impacto positivo en la vida de las mujeres. La instalación del biodigestor, además del beneficio económico y sustentable, aporta calidad de vida y genera una fuente de ingresos para las agricultoras por medio, por ejemplo, de la fabricación de pasteles y panes gracias al biogás generado en su propiedad, sustituyendo al gas de cocina (GLP). Estos proyectos también fomentan la creación o el fortalecimiento de grupos de mujeres en las comunidades para que puedan generar ingresos juntas. El biofertilizante producido en el biodigestor puede usarse como abono orgánico en los árboles frutales, hortalizas y viveros, cuyo producto puede venderse o procesarse, como en la producción de dulces y pulpas de fruta producidos en la propiedad de estas mujeres. Además, el procedimiento de fabricación se realiza en cocinas comunitarias en las que todos participan en la elaboración de los productos secundarios.

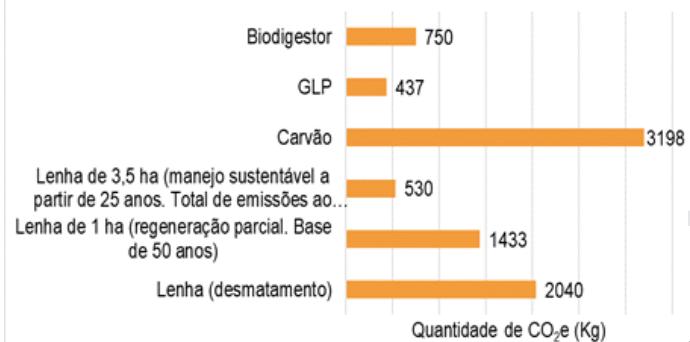


## ANÁLISIS DE LAS EMISIÓNES DE CO<sub>2</sub>

El biodigestor presenta la ventaja de generar biogás (CH4) mediante la digestión anaeróbica de la materia orgánica animal y vegetal. Entre los combustibles domésticos, se considera que el biogás es el que genera menos impacto ambiental. Para obtener las emisiones de CO2 del biodigestor, es necesario realizar un estudio caso por caso para elaborar un inventario teniendo en cuenta la cantidad y el tipo de materia orgánica añadida (estiércol de aves, cerdos, ganado, material vegetal) y los análisis químicos del biofertilizante producido. El cálculo de la reducción de las emisiones de CO2 en el biodigestor debe tener en cuenta la cantidad emitida al quemar el biogás en comparación con el gas de cocina tradicional (GLP) para cocinar, en el ámbito de la combustión estacionaria.



Comparação da Emissão de KgCO<sub>2</sub>e de diferentes fontes para cocção

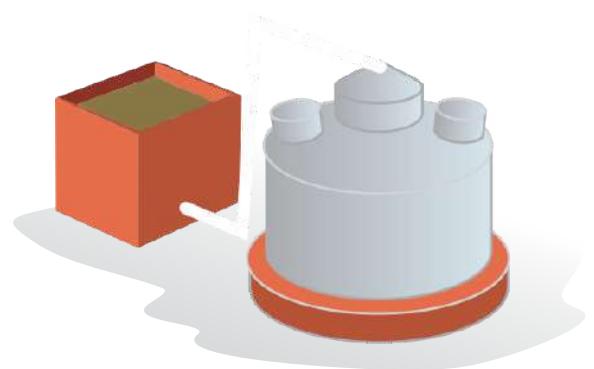


## CANTIDAD TOTAL INSTALADA

Cantidad Instalada (valor total): **259**

Cantidad a ser Instalada (valor total): **274**

Municípios (valor total): **25 MUNICIPIOS BENEFICIADOS CON LA TECNOLOGÍA EN CUATRO ESTADOS**





La implantación de los primeros biodigestores en Brasil se produjo en la década de 1970, tras la crisis del petróleo iniciada a finales de 1973. Esta crisis afectó a muchos países importadores de petróleo, sobre todo a los que estaban en vías de desarrollo, como Brasil. Por lo que fue necesario recurrir a otros métodos para obtener energía.

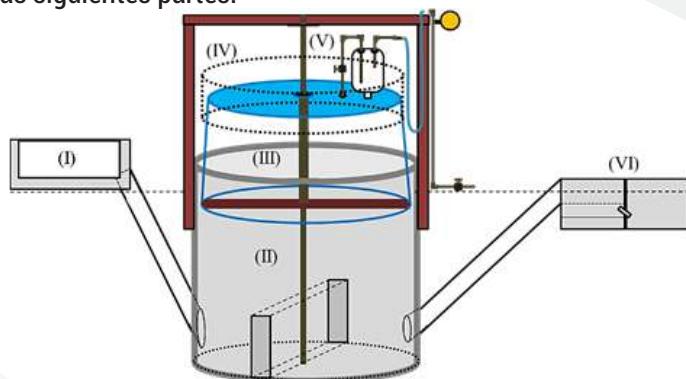
En Brasilia, en 1979, se construyeron los primeros biodigestores por medio del proyecto del Programa de Movilización Energética (PME), que consistía en un conjunto de acciones orientadas a la conservación de la energía y a la sustitución de los derivados del petróleo por combustibles alternativos.

El biodigestor usado en el Semiárido, como se muestra en la ilustración siguiente, se originó del modelo indio y la adaptación se hizo teniendo en cuenta cuestiones como la disponibilidad de materiales para su construcción en las tiendas de material de construcción de las ciudades del interior.

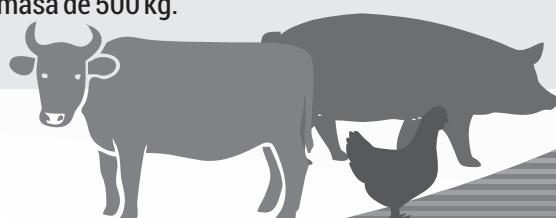
El biodigestor del Semiárido se compone de las siguientes partes:

- I. Caja de alimentación;
- II. Fermentador;
- III. Gasómetro;
- IV. Adaptador/filtro de agua primario;
- V. Tanque de salida de biogás;
- VI. Salida de residuos.

En la caja de alimentación se coloca la materia orgánica que posteriormente abastecerá el tanque de fermentación (fermentador), en el que se producirá el biogás. Este se almacenará en el gasómetro. En el tanque de salida se eliminará un producto líquido o material de desecho que puede denominarse biofertilizante, es decir, un abono orgánico que puede usarse como fertilizante líquido o sólido. El biogás producido puede usarse para calefacción térmica, como combustible para motores y generadores y como gas de cocina.



La producción de biogás varía en función del tipo de estiércol que se introduce en el biodigestor. Se estima que las **AVES** de corral pueden producir alrededor de 0,014 (m<sup>3</sup>/cabeza/día) de biogás, considerando que el animal tiene una masa de 2,5 kg; los **CERDOS** pueden producir alrededor de 0,240 (m<sup>3</sup>/cabeza/día) de biogás, considerando que el animal tiene una masa de 90 kg; los **BOVINOS** pueden producir alrededor de 0,240 (m<sup>3</sup>/cabeza/día) de biogás, considerando que el animal tiene una masa de 500 kg.



## REFERENCIAS 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. Disponible en <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fb123vn102wx5eo0sawqe3qf9d0sy.html>>. Acceso el: 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. Disponible en: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1gh4ku02wyiv802hvm3jd85f37c.html#:~:text=Sob%20forma%20l%C3%A1quida%2C%20o%20biofertilizante,erradicando%20pragas%2C%20doen%C3%A7as%20e%20insetos](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1gh4ku02wyiv802hvm3jd85f37c.html#:~:text=Sob%20forma%20l%C3%A1quida%2C%20o%20biofertilizante,erradicando%20pragas%2C%20doen%C3%A7as%20e%20insetos>)>. Acceso el: 8 dic. 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. Disponible en: <<https://www.fida.org.br/>>. Acceso el: 12 nov. 2020a.
- GIACOBBO, G. et al. Influência da variabilidade da temperatura ambiente na co-digestão anaeróbica 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. Disponible en: <[http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20140917140023.pdf](http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140917140023.pdf)>. Acceso el: 5 dic. 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. Disponible en: <<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>>. Acceso el: 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.

Logro:



**PaqTcPB**  
Fundação Parque  
Tecnológico da Paraíba



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Socios:



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



Estado da Bahia

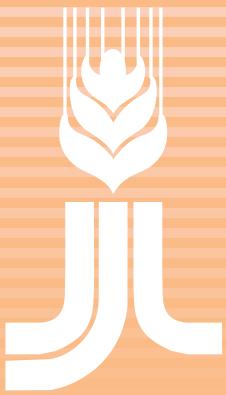
MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:



Investindo nas populações rurais



CARTILLA

# ECOFOCÓN



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertânia paraibano



PqTcPB  
Fundação Parque  
Tecnológico de Paraíba



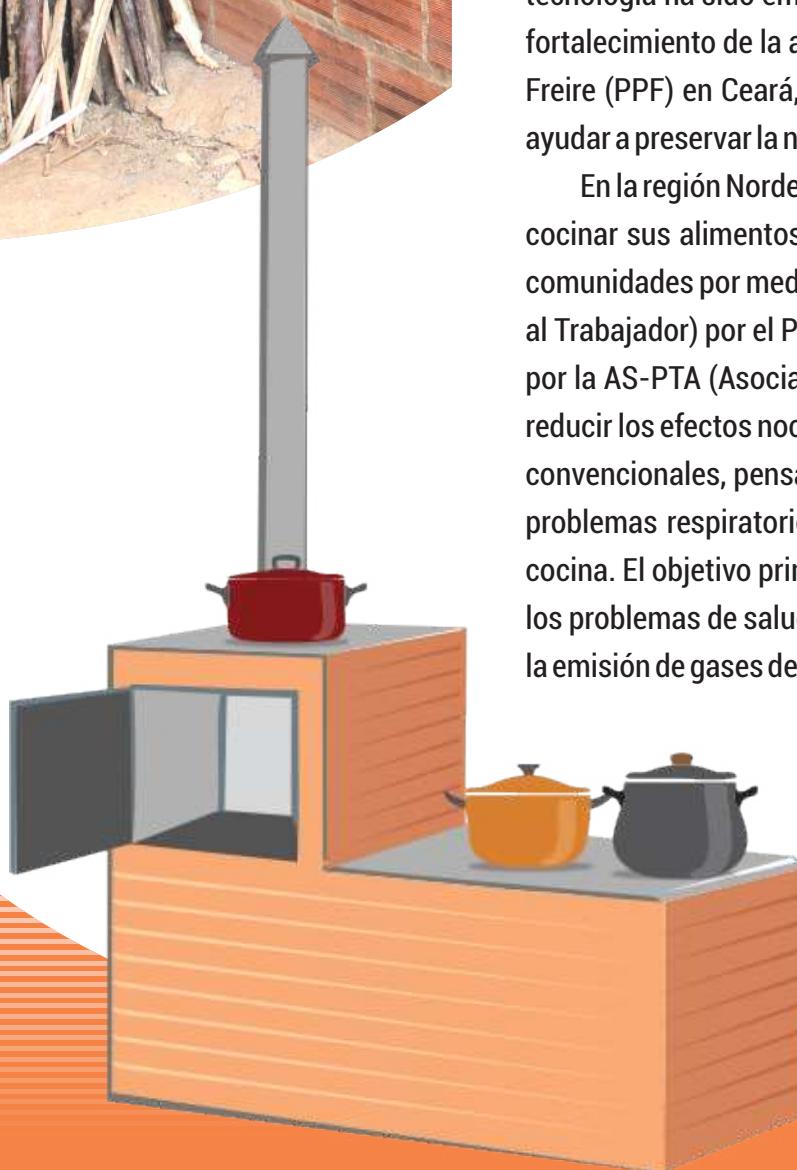
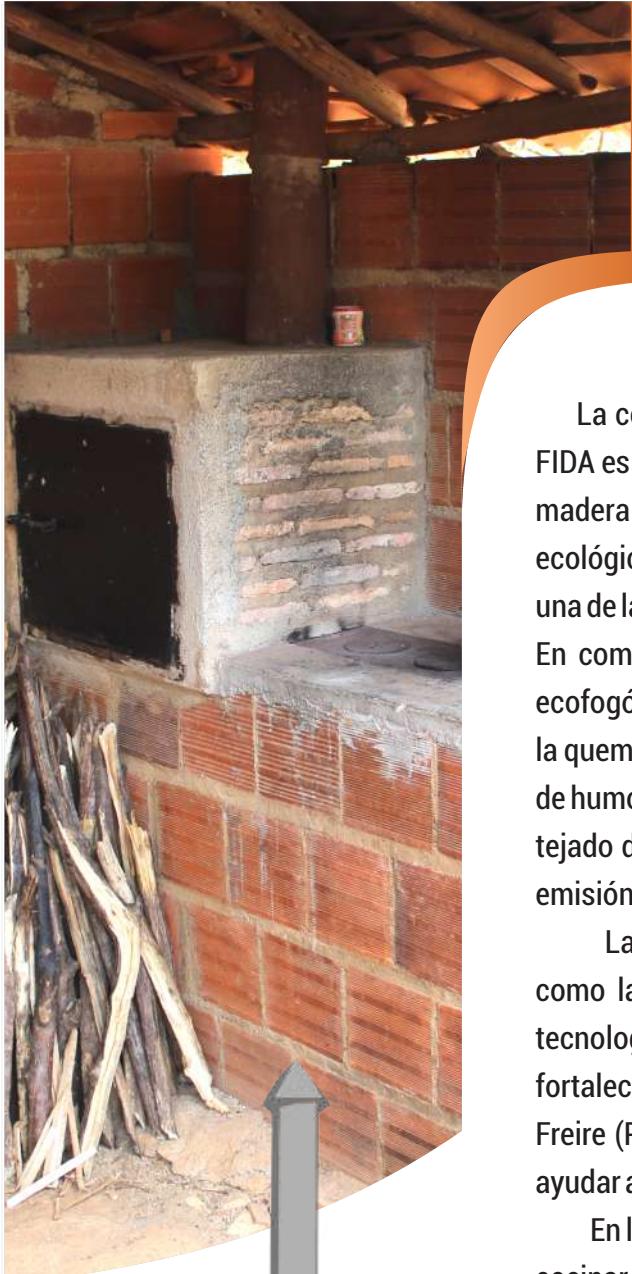
Universidade Federal  
de Campina Grande



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL  
Investindo nas populações rurais



La cocina ecológica o ecofogón usada en los proyectos financiados por el FIDA es un mejoramiento de la tradicional cocina de leña, que consume menos madera y tiene un horno acoplado. Para el uso y fabricación de la cocina ecológica se usan menos recursos financieros y naturales, además de preservar una de las tradiciones campesinas, la comida preparada en la cocina de leña.

En comparación con la cocina de leña tradicional, la cámara cerrada de la ecofogón permite un proceso de producción de más calor, aprovechando mejor la quema de madera, lo que la hace más eficiente y con una mínima producción de humo, que se expulsa a través de una chimenea cerámica hacia el exterior del tejado de las viviendas, reduciendo el consumo de leña y, en consecuencia, la emisión de humo.

La tecnología social de las ecofogones/cocinas ecológicas se presenta como la alternativa más eficiente a las tradicionales cocinas de leña. Esta tecnología ha sido empleada por varios proyectos de energías renovables y de fortalecimiento de la agricultura familiar, como, por ejemplo, el Proyecto Paulo Freire (PPF) en Ceará, para facilitar y mejorar la vida del hombre del campo y ayudar a preservar la naturaleza.

En la región Nordeste de Brasil, el 85 % de las familias rurales usan leña para cocinar sus alimentos. El modelo de las cocinas ecológicas instaladas en las comunidades por medio del CETRA (Centro de Estudios del Trabajo y Asistencia al Trabajador) por el Proyecto Paulo Freire se basa en la ecofogón desarrollada por la AS-PTA (Asociación para la Agricultura Familiar y la Agroecología) para reducir los efectos nocivos causados por el uso frecuente de las cocinas de leña convencionales, pensando en la deforestación de la vegetación nativa y en los problemas respiratorios resultantes de la inhalación del humo emitido por la cocina. El objetivo principal es hacer sustentable el uso de la madera, evitando los problemas de salud, mejorando la calidad de vida de las familias y evitando la emisión de gases de efecto invernadero.

Las cocinas de leña usadas para cocinar, en la mayoría de los casos, tienen una baja eficiencia energética, normalmente inferior al 10 %. Al ser incompleta, la quema de madera potencia las emisiones de dióxido de carbono, dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, además de compuestos orgánicos en partículas, cuya exposición provoca enfermedades respiratorias.

Pensando en aplicar y mejorar una tecnología para la inclusión social de las poblaciones con menores condiciones financieras, se inició la difusión del uso de tecnologías sustentables. Las tecnologías sociales pueden definirse como técnicas, productos y métodos multiplicados, probados y comprobados, como parte de la solución de una demanda social y su respectiva capacidad de solución y transformación, dentro de la colectividad.

Además de la necesidad de una gestión adecuada de la extracción de leña, hay que prestar especial atención a la manera en que se preparan los alimentos en estas cocinas, una vez que los altos niveles de emisión de humo causan daños a la salud. Otra preocupación relacionada con el uso de cocinas de leña es la relación de la mujer que dedica alrededor de 18 horas a la semana a la búsqueda de leña para la preparación de alimentos, expuestas a situaciones que traen riesgo de vida por accidentes.



Pensando en el medio ambiente, las formas tradicionales de cocinar los alimentos implican un elevado consumo de combustibles vegetales como la leña y el carbón vegetal, lo que resulta en una combustión incompleta, en la que se emiten gases que agravan el efecto invernadero y otros productos que contribuyen al calentamiento global. Además, alrededor del 30 % de la leña que se consume se recoge de forma no sustentable, lo que resulta en emisiones que equivalen al 2 % de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> y en la deforestación que provoca la pérdida de biodiversidad local.



Como factor que promueve la adopción de la ecofogón, destaca su mayor eficiencia en comparación con la tradicional cocina de leña por usar menos leña y ser más ecológica desde el punto de vista de la emisión de gases tóxicos y de efecto invernadero, lo que a convierte en una tecnología ideal para la convivencia sustentable del agricultor con el entorno donde vive. Teniendo en cuenta que la cocina es uno de los objetos más usados e importantes del hogar, ya que en ella se prepara la comida de la familia todos los días, algunas agricultoras señalan que prefieren usar la cocina de leña en lugar de la cocina de gas, porque dicen que la comida queda mucho más sabrosa y no necesitan gastar dinero para comprar gas. Este hecho hace que la ventaja de la ecofogón sobre la tradicional cocina de leña sea aún más relevante.

Por otra parte, las agricultoras o sus hijos tienen algunas dificultades para seguir usando su cocina de leña, ya que obtener la madera requiere un trabajo pesado y agotador, incluso peligroso. Últimamente, las mujeres tienen que caminar cada vez más lejos para recoger un haz de leña. Si ir lejos ya es bastante duro, aún es peor tener que llevar el peso hasta la puerta de casa, un proceso que a menudo se hace manualmente e incluso con la ayuda de los niños. Lo más grave de todo es que esta actividad repetida durante días está contribuyendo aún más a disminuir los bosques y la vegetación nativa. El uso de leña extraída en grandes cantidades perjudica el equilibrio del ecosistema y a la población que vive y depende de ese lugar.



Como ventajas de la tecnología de la Ecofogón destacan la eliminación del humo por la chimenea, que antes circulaba por el interior de la cocina e incluso de la casa; la reducción del uso de leña y, en consecuencia, la contribución a la preservación del medio ambiente; la reducción de la emisión de gases tóxicos a la atmósfera, lo que ayuda a disminuir el efecto invernadero; además de aportar un beneficio económico, una vez que reduce el consumo de gas de cocina (GLP-butano); la reducción del riesgo de accidentes laborales en su manejo; la eliminación del agotador trabajo de extraer leña del entorno, además no impregna los alimentos de sabor a humo, porque usa una chimenea para eliminar el humo fuera de la casa. Las desventajas son que, desgraciadamente, se sigue usando leña para generar el calor; que produce hollín y CO<sub>2</sub>; sigue trayendo riesgos de quemaduras y requiere un mantenimiento de limpieza del hollín en la chimenea cuando se atasca.

## COSTO DE LA INSTALACIÓN

El FIDA, por medio del Proyecto Paulo Freire en Ceará, ha invertido a través de Planes de Inversión Productivos en tecnologías sociales que permiten, de forma agroecológica, el desarrollo sustentable y social de las prácticas productivas (agrícolas y no agrícolas), para el consumo familiar y la comercialización, generando así ingresos y un buen vivir al hombre del campo. En ese sentido, se financiaron inversiones productivas para la implantación de fogones ecológicos.

Investimentos produtivos	232
Fogões Ecológicos	266.800,00
Valores dos Investimentos	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.

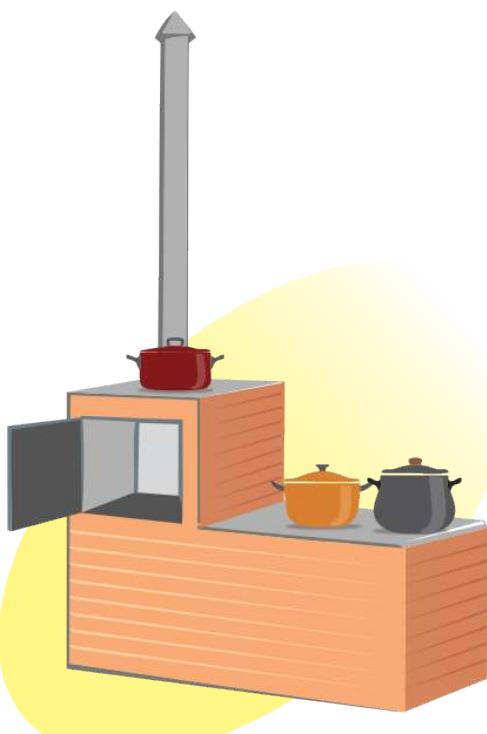
## CANTIDAD TOTAL INSTALADA Y NÚMERO DE BENEFICIARIOS

Cantidad Instalada: **994**

Número de beneficiarios: **2982**

Municipios: **27**

Para construir un fogón ecológico de 2 metros de largo, 50 centímetros de ancho y una altura entre 80 y 90 centímetros, necesitamos aproximadamente los siguientes materiales:



- ▶ Entre 300 y 350 ladrillos del tipo manual macizó. Dependerá del tamaño de la forma del ladrillo
- ▶ 10 latas de hormigón de grano fino o arena gruesa
- ▶ 1 saco de cemento
- ▶ 20 latas de arena para llenar la parte hueca del fogón
- ▶ 1 Horno construido con chapa 16 de 40 centímetros de largo, por 40 centímetros de profundidad y 35 centímetros de alto. Cuando se encargue el horno al cerrajero, conviene encargar dos rejillas: la primera a 2 centímetros de altura para no poner la comida directamente en la placa y la otra a media altura del horno. Por último, es importante que el cerrajero construya varillas en la parte superior y en la parte inferior de 5 centímetros de altura.
- ▶ 3 tubos de arcilla de 50 centímetros de largo y 100 milímetros de diámetro para la chimenea. Para el acabado de la chimenea, use un codo de barro o un sombrero de zinc.
- ▶ Chapa con tres bocas.
- ▶ Un litro de barniz incoloro o resina para el acabado del fogón.
- ▶ Para el acabado de la puerta del horno, se puede usar pintura adecuada para altas temperaturas.

## A. COSTOS DE MANTENIMIENTO

Según los usuarios, el mantenimiento del ecofogón es mínimo y varía según el uso y la forma de manipular la leña en la cámara de combustión. Otro accesorio que requiere cuidados es la chimenea que debe limpiarse cada seis meses debido a la acumulación de hollín que puede obstruirse y hacer que el humo vuelva al interior de la casa. El mantenimiento puede ser realizado por el propio beneficiario según las necesidades y el uso del ecofogón. Suele ser necesario reparar las grietas en la mampostería causadas por el calor y la chimenea que puede desprenderse de la mampostería. También en las piezas de hierro (chapa y horno), con menor frecuencia gracias a la mayor durabilidad del material. El mantenimiento depende mucho del uso, ya que algunos beneficiarios también tienen cocina a gas.

El costo del mantenimiento varía según la pieza que se haya averiado, y suele variar entre 15 y 300 reales, como nos dijo un usuario que recibió capacitación para construir los ecofogones en las comunidades.

## B. VIDA ÚTIL DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología social del Ecofogón tiene una vida útil de más de 10 años, pero ninguno de los beneficiarios visitados lo ha usado durante ese tiempo. Esta vida útil ha sido analizada ya que el fogón está fabricado de mampostería, hierro y cerámica. Según testimonios de usuarios y constructores, este periodo puede variar a más o a menos dependiendo del cuidado, atención y mantenimiento dedicados al equipo. Con el Ecofogón todo depende mucho del uso y de los cuidados por parte del usuario.

## C. IMPACTOS AMBIENTALES

Los estudios e investigaciones que lo comparan con el fogón de leña convencional demostraron que el Ecofogón presenta un ahorro del 53,4 % en el consumo de madera. El Ecofogón produce más calor con menos madera y carbón, protegiendo así el medio ambiente. El consumo de madera por familia se redujo de 270 a 135 kilos al año, una reducción equivalente al 50 %. La principal diferencia entre el fogón convencional y el ecofogón consiste en la cantidad de leña que requieren, el primero usa más madera y esta queda más expuesta, por lo que emite más hollín. Además, el convencional no tiene horno y calienta menos, la cámara de combustión es más abierta y emite más humo y hollín, por lo que contamina más la cocina y el medio ambiente.

Los estudios mostraron un aumento de la eficiencia del 64 % en el Ecofogón en comparación con el fogón convencional e indicaron, aun, que el Ecofogón usó entre un 53 y un 57 % menos leña que el fogón convencional. Como consecuencia, se redujo el trabajo de recogida y el almacenamiento de leña en el hogar.

Los testimonios de los miembros de la familia mencionan que el Ecofogón puede trabajar con vegetación secundaria, residuos de madera y materiales alternativos como mazorcas de maíz, cáscaras de coco, ramitas y corteza de árbol más gruesa. También se pudo observar que el Ecofogón produce menos humo de lo normal..

## D. IMPACTOS SOCIALES (PARA LAS MUJERES Y LOS JÓVENES, POR EJEMPLO)

Además tratarse de una demanda para la preservación ambiental, el uso del Ecofogón es también una cuestión de salud pública, ya que buena parte de las mujeres y niños, que están condicionados a las actividades domésticas y que son usuarios del fogón de leña convencional sufren problemas respiratorios debido a la inhalación del hollín expulsado. Los estudios dicen que respirar el humo en estos casos equivale a fumar dos paquetes de cigarrillos al día. En Brasil se registran 21 muertes al año por la aspiración de humo.

La mejora de la calidad de vida de las familias con la reducción del hollín que causa daños a la salud, especialmente la de las mujeres y los niños, también está asociada a la reducción de la carga de trabajo para buscar leña en los bosques.

Teniendo en cuenta estas observaciones, concluimos que la distribución y el uso de esta tecnología social del Ecofogón en la región semiárida debe aportar impactos positivos para el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de las familias rurales.

## E. ADAPTACIÓN A LA REALIDAD DE LA AGRICULTURA FAMILIAR

Al usar el fogón ecológico se pretende evitar el humo en la casa, mejorar el calentamiento para que la comida se prepare rápidamente, quemar la leña por completo, así como disponer de un equipo resistente a grietas, adecuado al trabajo por su altura y superficie técnicamente recomendables, con buen aspecto, capaz de satisfacer a toda la familia. Para las familias beneficiadas, el equipo ha aportado muchas ventajas, sobre todo para la salud, gracias a la reducción de humo y hollín, además de no ensuciar las ollas y las paredes de la cocina. Los ecofogones también permiten a las familias ahorrar dinero al reducir el uso de leña, gas y carbón.

Las familias del Semiárido brasileño usan como combustible para cocinar el gas butano, el carbón vegetal y la leña. Esto se confirmó durante las visitas de campo. El uso de uno u otro depende del tipo de comida que se va a preparar, de la disponibilidad y del precio de cada tipo de combustible y de la situación económica de la familia en cada momento.

El Proyecto Paulo Freire pretende reducir la pobreza y mejorar el nivel de vida de los agricultores y agricultoras familiares de 31 municipios de Ceará, mediante la inclusión social y económica de forma sustentable. Las comunidades rurales tienen algunos de los Índices de Desarrollo Humano (IDH) más bajos, criterio adoptado por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), y el público prioritario del proyecto son los jóvenes, las mujeres, el pueblo y las comunidades tradicionales.



## ANALISIS DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Se calculó la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> con el ecofogón en comparación con el tradicional fogón de leña. La fogón ecológica tiene la ventaja de usar menos leña y de producir menos hollín y humo. Por lo tanto, el fogón ecológica es la mejor alternativa para cocinar alimentos con el uso de leña, una vez que reduce la emisión de CO<sub>2</sub> en un 58,4 %.

Gás	Fogão a lenha tradicional	Ecofogão
	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e
CO <sub>2</sub>	22,17	9,23
CH <sub>4</sub>	1,65	0,68
N <sub>2</sub> O	0,26	0,11
Total	<b>24,08</b>	<b>10,03</b>

## TRL DE LA TECNOLOGIA SOCIAL

El grado de madurez tecnológica (TRL) del ecofogón se clasifica entre 8 y 9 porque el sistema real se desarrolló y se aprobó mediante operaciones exitosas. El TRL 9 se alcanza cuando el elemento está integrado en el sistema final y en funcionamiento.

Se percibe, con base en los conceptos estudiados, que los niveles de madurez tecnológica de un elemento no están delimitados en relación con las actividades realizadas. Además, cabe destacar que un mismo elemento puede presentar diferentes niveles de madurez tecnológica, ya que eso depende de su aplicación y del sistema final que se integre.



## PATENTES

El Ecofogón® fue el pionero en el desarrollo del fogón de leña ecológico en Brasil y su historia se origina de PROLEÑA una ONG en América Central que fue pionera mundial en el desarrollo del fogón de leña ecológico. El desarrollo de este fogón surgió de la observación de Rogério Carneiro de Miranda, que es ingeniero forestal.

Así, en 1994, se dieron los primeros pasos en el desarrollo del fogón de leña ecológico. Hoy en día, este equipo cuenta con alta eficiencia energética al transformar la leña en más energía y menos humo.

A partir del 2003, cuando regresó a Brasil, comenzó a desarrollar la empresa Ecofogão Indústria de Fogões Ltda, que adaptó los ecofogones a las condiciones brasileñas, con mejores materiales, nuevos modelos y nuevas aplicaciones como horno y serpentina.

### N.º de la solicitud de patente en el INPI: PI 0303647-2 A2

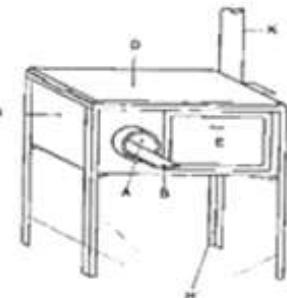
Consulta à Base de Dados do INPI

[ Início | Ajuda? ] Anterior 2/2

> Consultar por: Base Patentes | Finalizar Sessão

Depósito de pedido nacional de Patente

(21) N.º 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 prover 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 'L' (A) inserida em um ambiente de isolante térmico (C), uma chapa de ferro fundido (D), uma chaminé (F), tudo estruturado por cintilheiros (I) e lâminas galvanizadas ou anti-corrosivas (J). Adicionalmente este fogão poderá ter um forno (E) e um sistema de serpentina (G) para aquecimento de água acoplado ao redor 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





## SECADO DE ROPA

En la comunidad de Santa Luzia, las campesinas suelen secar su ropa cerca del Ecofogón debido al calor que emite la plancha de hierro y, curiosamente, la ropa no huele a humo porque el Ecofogón no deja escapar el humo sino a través de la chimenea, cuya salida está fuera del techo. ¡Por lo tanto, secar la ropa cerca del Ecofogón no deja olor a humo!



## EL FOGÓN ECOLÓGICO REDUCE HASTA UN 82 % LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES

Según Envirofit®, los fogones ecológicos reducen el consumo de combustible hasta un 60 % y la emisión de contaminantes hasta un 82 %. Envirofit calcula que, a lo largo de un ciclo de vida de cinco años, sus fogones permitirán reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> del orden de 17 millones de toneladas, lo que equivale al consumo anual estimado de más de un millón de automóviles. En la actualidad, 3 mil millones de personas en todo el mundo siguen cocinando en fuegos abiertos (pequeños fuegos directamente en el suelo) o en fogones rudimentarios y altamente contaminantes.

Logro:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Socios:



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



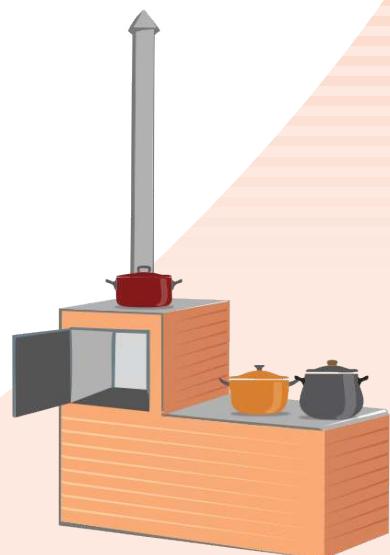
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

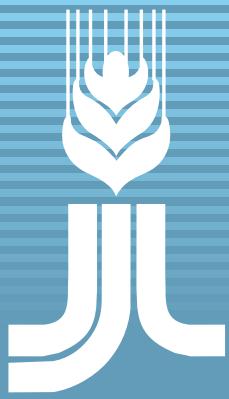


Patrocinador:



Investindo nas populações rurais





# CARTILLA **BIOAGUA**



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertânia paraibano



PqTcPB  
Fundação Parque  
Tecnológico de Paraíba



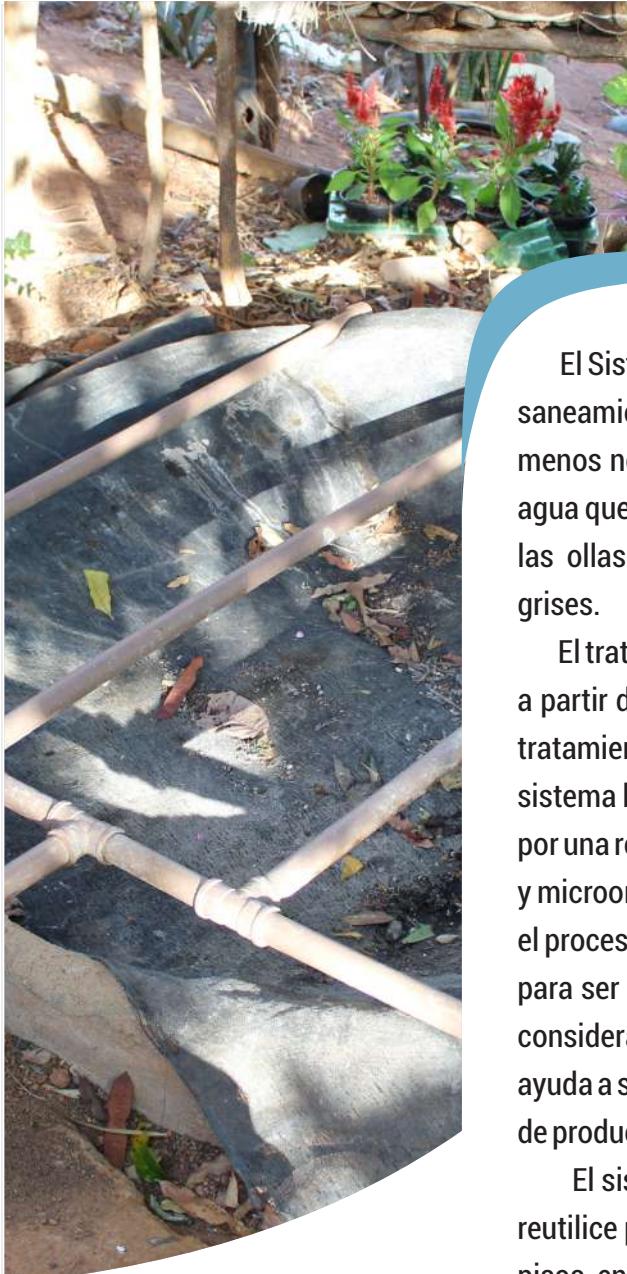
Universidade Federal  
de Campina Grande



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovações



Investindo nas populações rurais



## Factores que promueven o limitan la adopción de la tecnología

El Sistema Bioagua es una acción complementaria que puede asegurar una mejor oferta de agua a bajo costo, a partir del uso racional del agua, la eliminación adecuada de los efluentes, especialmente en las regiones donde el acceso al agua es un factor limitante. En general, la tecnología va acompañada de formación y contribuye a la seguridad hídrica y alimentaria según el concepto de economía circular. Entre los factores limitantes de la tecnología, figura la posibilidad de contaminación por microorganismos patógenos, por lo que es necesario manejar la tecnología siguiendo las buenas prácticas de uso de Bioagua y monitorear periódicamente la calidad de las aguas grises tratadas.



## Análisis de los costos de instalación

Costos de instalación (en reales): R\$ 3.500,00 a R\$ 7.500,00

Custos de mantenimiento (en reales): R\$ 0,00 à 600,00

Vida útil de la tecnología (en años): hasta 20 años



## Impacto mediambiental

Según el Sistema Nacional de Información de Saneamiento (SNIS), en Brasil, solo el 53% de la población tiene acceso a la red de saneamiento que recoge las aguas residuales. Con base en este escenario, se puede observar una cadena de posibles impactos negativos. En los lugares que no disponen de saneamiento, el principal problema está relacionado con el hecho de que las aguas residuales no tratadas se vierten sin ningún criterio. Esta acción genera un efecto dominó, ya que con el aumento indiscriminado de la carga orgánica en el suelo, puede ocurrir la infiltración a través de la capa freática y llegar a las masas hídricas y, en consecuencia, provocar el aumento de las tasas de nitrógeno y fósforo en el agua. El exceso de estos elementos provoca reacciones químicas, físicas y biológicas y puede ocasionar la muerte de organismos acuáticos, enfermedades transmitidas por el agua, entre otros problemas. Aunque el agua tiene un increíble poder de recuperación, que es la autodepuración, la gran cantidad de aguas residuales que se vierten dificulta su tratamiento para hacer que vuelva a ser potable.

Mediante el tratamiento por el Sistema Bioagua, es posible reducir este vertido indiscriminado de aguas residuales y aprovechar la materia orgánica presente en las aguas grises tratadas para regar los cultivos. Algunos estudios demuestran la importancia de la materia orgánica y otros elementos presentes en las aguas de reúso y su aplicación en la agricultura por mejorar las condiciones físicas, biológicas y químicas del suelo. Uno de los factores está relacionado con el aumento de algunos elementos químicos como el fósforo y el nitrógeno, que son un problema para los cuerpos hídricos debido a la eutrofización, pero que, para algunas clases de suelos de la región semiárida brasileña, como el neosuelo litológico, serían una solución, ya que son elementos poco encontrados en estas localidades y que son nutrientes importantes para el desarrollo de los cultivos.

## Impacto social para las mujeres

En comparación con el reúso en la eliminación de las aguas grises, el Sistema Bioagua facilita el trabajo de la familia agricultora, ya que para reutilizarlas tendrían que recogerlas después de cada uso en la cocina y lavado de la ropa y almacenar este volumen en cubos o compartimentos, generalmente, de 100 o 200 litros. Después de todo este trabajo, las aguas grises se pueden reutilizar para regar las plantas alrededor de las casas, aunque sea manualmente, planta por planta, lo que hace que la actividad sea aún más agotadora. En el Sistema Bioagua, las aguas usadas se envían a través de tuberías hidráulicas a los filtros biológicos y físicos, donde se produce el tratamiento y posterior almacenamiento en reservorios más grandes y adecuados. Desde este depósito, el agua puede ser bombeada a un sistema de riego por goteo, lo que simplifica todo el trabajo con el reúso de las aguas residuales domésticas y permite aun ampliar el sistema de producción de plantas, proporcionando más tiempo libre para otras actividades, incluso para generar más ingresos.



## ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> en el Sistema Bioagua, se deben realizar análisis químicos del agua de reúso para compararla con la fertilización realizada con abonos industriales. Otra posibilidad es el uso de sensores en los lugares donde se vierten los efluentes en el Sistema Bioagua para obtener el índice de emisión.

La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el Sistema Bioagua se debe calcular caso por caso, teniendo en cuenta las emisiones procedentes del vertido de efluentes en ausencia de esta tecnología. El aspecto más destacado del Sistema Bioagua es el ahorro de agua mediante su reúso, lo que reduce los costos con el uso de agua tratada, que también puede servir de base para calcular la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## CANTIDAD TOTAL INSTALADA Y NÚMERO DE BENEFICIARIOS

Cantidad total de Instalaciones: **494**

Número total de beneficiarios: **494 familias**

Total de Municipios: **21 MUNICIPIOS BENEFICIADOS EN CUATRO ESTADOS**

## TRL DE LA TECNOLOGIA SOCIAL

Para evaluar la madurez tecnológica del Sistema Bioagua, se usó la Technology Readiness Level (TRL), que es una metodología que mide esta madurez mediante una escala con nueve niveles, y cada nivel corresponde a una etapa de desarrollo. Con base en este concepto, se puede evaluar si el Sistema Bioagua se encuadra en la TRL 7 a 8, ya que el TRL 7 consiste en la demostración del prototipo del sistema/subsistema en un ambiente operacional y el TRL 8 consiste en un sistema real desarrollado y aprobado.



# ¿SABÍAS QUE...?

El agua es un bien vital para las diferentes culturas y, desde la antigüedad, las civilizaciones se han desarrollado en lugares cercanos a los cursos de agua, tales como ríos, lagos, mares y otros. La calidad del agua ya era una preocupación en el año 2000 a.C., porque los persas castigaban a los que contaminaban los recursos hídricos. El tratamiento del agua se registra en el antiguo Egipto, hacia el año 1500 a.C. Los egipcios estaban preocupados por el agua impropia para consumo, debido a la transmisión de enfermedades. Por lo que trataban el agua con sulfato de aluminio para clarificarla. Los antiguos sánscritos y griegos recomendaban el tratamiento del agua. La almacenaban en recipientes de cobre, eliminaban la "turbiedad" del agua mediante procesos de filtración, exposición a la luz solar y ebullición.



En 1855, John Snow logró demostrar que el cólera era una enfermedad transmitida por el agua. Lo demostró mediante un estudio de caso en el que observó una calle en la que había un pozo que estaba contaminado con agua de una alcantarilla, y al otro lado, el agua fluía hacia lejos. Se dio cuenta de que las personas que bebían el agua contaminada con aguas residuales enfermaban casi todas, y con ello logró comprobar su teoría. A finales de la década de 1880, Louis Pasteur demostró la "Teoría de los Gérmenes" para las enfermedades. Esta teoría explica la manera en que los organismos microscópicos pueden transmitir enfermedades por el agua.

El origen de la palabra saneamiento deriva del latín y puede tener varios significados, entre ellos: hacer sano, habitable, curar, sanar y restaurar. En Brasil, el saneamiento básico es un derecho asegurado por la Constitución y por la Ley n.º 11.445/2007. El saneamiento consiste en un conjunto de servicios, infraestructuras e instalaciones operacionales de abastecimiento de agua potable, el alcantarillado sanitario, la limpieza urbana, la gestión de residuos sólidos y el drenaje de aguas pluviales. El uso del agua es necesario para las más diversas finalidades, incluidas las potables, como: la higiene básica, las tareas domésticas, el riego, la cocina y la higienización de los alimentos, entre otros. Hay registros de que los griegos usaban las aguas desechadas en las alcantarillas para regar los cultivos, reusando así el agua.

## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ALVES, P. F.S., SANTOS, S. R.; KONDO, M. K.; ARAÚJO, E.D.; OLIVEIRA, P. M. Fertirrigação do milho com água resíduária 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: Acceso el 11 dic. 2020. Disponível em: <https://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/agua.pdf>.
- Cartilha Sistema Bioágua no Clima da Caatinga. Acceso el: 14 nov. 2020. Disponível em: [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. Acceso el: 11 dic. 2020. Disponível em: <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 semiárido 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 reuso 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>

Logro:



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Sertânia paraibano



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



Socios:



PROJETO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
DO CARIRI, SERIDÓ E CIRIMATAÚ



Adaptando Conhecimento para a  
Agricultura Sustentável e Acesso ao Mercado



Estado da Bahia

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Patrocinador:



Investindo nas populações rurais

