



WWF

RELATÓRIO

2017

# USOS DE SISTEMAS ENERGÉTICOS COM FONTES RENOVÁVEIS EM REGIÕES ISOLADAS





## **WWF-Brasil**

**Mauricio Voivodic** – Diretor Executivo

Programa Mudanças Climáticas e Energia

**André Costa Nahur** – Coordenador

**Mark William Lutes** – Especialista de Clima

**Alessandra da Mota Mathyas** – Analista de conservação

**Eduardo Valente Canina** – Analista de conservação

**Ricardo Junqueira Fujii** – Analista de conservação

**Renata Camargo** – Analista de conservação

**Bruna Mello de Cenço** – Analista de comunicação

**Evelin Karine Amorim Moraes** – Administrativo-Financeiro

**Lídia Maria Ferreira Rodrigues** – Administrativo-Financeiro

**Rafael Ferraz** – Analista de Conservação

**Juliana Marinho Pires de Freitas** – Analista de Comunicação

Coordenação do Estudo

**Alessandra da Mota Mathyas**

Elaboração

**Eng. Aurélio Souza, M.Sc.** – Usinazul

Colaboração

**Roberto Valer, PhD** – IEE/USP

**Programa Qualidade de Vida** – Instituto de Desenvolvimento  
Sustentável Mamirauá (IDSM)

Foto de capa

**Amanda Lelis**

Editoração Eletrônica

**Supernova Design**

Revisão de textos

**Davi Miranda**

Publicado por WWF-Brasil

Brasília, março 2017

# Sumário

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| LISTA DE TABELAS                                                                      | 4  |
| LISTA DE FIGURAS                                                                      | 4  |
| LISTA DE FOTOS                                                                        | 5  |
| 1. INTRODUÇÃO                                                                         | 6  |
| 2. FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA                                                       | 10 |
| 3. APLICAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS NO CONTEXTO DA AMAZÔNIA                             | 14 |
| a. Abastecimento de água e irrigação                                                  | 15 |
| i. Sistemas de captação de água de chuva                                              | 16 |
| ii. Sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água                                     | 19 |
| b. Conservação de alimentos e outros produtos                                         | 25 |
| i. Secadores solares                                                                  | 26 |
| ii. Geladeiras FV comerciais                                                          | 27 |
| iii. Máquina de gelo solar                                                            | 29 |
| c. Cocção e processamento de alimentos                                                | 30 |
| i. Fogões e fornos melhorados (eco fogões e eco fornos)                               | 30 |
| ii. Biodigestores                                                                     | 31 |
| d. Geração de energia: iluminação, produção, lazer e outros                           | 32 |
| i. Pico Solar / Pico PV                                                               | 35 |
| ii. Sistemas fotovoltaicos autônomos individuais e coletivos                          | 36 |
| e. Tabela resumo das tecnologias renováveis de energia no bioma amazônico             | 40 |
| 4. FONTES DE FINANCIAMENTO                                                            | 42 |
| 5. CONCLUSÃO                                                                          | 52 |
| REFERÊNCIAS                                                                           | 54 |
| ANEXO - Lista complementar de linhas de crédito para produtos e serviços sustentáveis | 56 |

## Lista de Tabelas

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Exemplos de vários serviços energéticos e seus valores geradores de renda | 13 |
| Tabela 2 - Configurações típicas de sistemas de bombeamento                          | 22 |
| Tabela 3 - Exemplos de sistemas de bombeamento encontrados no mercado                | 24 |
| Tabela 4 - Aplicações produtivas de SFV na agricultura                               | 33 |
| Tabela 5 - Sistemas autônomos regulamentados pela Resolução ANEEL 493/12 - SIGFI     | 38 |
| Tabela 6 -Resumo das tecnologias renováveis de energia para Resex                    | 40 |
| Tabela 7 - Quadro-resumo I / Crédito do Pronaf 2016-2017                             | 45 |
| Tabela 8 - Quadro-resumo II / Crédito do Pronaf 2016-2017                            | 46 |
| Tabela 9 - Quadro-resumo III / Crédito do Pronaf 2016-2017                           | 47 |
| Tabela 10 - Quadro-resumo IV / Crédito do Pronaf 2016-2017                           | 48 |
| Tabela 11 - Quadro-resumo V / Crédito do Pronaf 2016-2017                            | 50 |
| Tabela 12 - Quadro-resumo VI / Crédito do Pronaf 2016-2017                           | 51 |

## Lista de Figuras

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Esquema simplificado de cisterna de água de chuva com bombona plástica | 18 |
| Figura 2 - Etiqueta de eficiência energética. Fonte: Inmetro                      | 34 |
| Figura 3 - Diagrama de SIGFI 13. Fonte: LSF/IEE/USP 2011                          | 39 |







## Lista de fotos

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Foto 1 - Captação de água de chuva. Fonte: Mamirauá, 2016                                         | 17 |
| Foto 2 - Cisterna e separador de água finalizado. Fonte: eCycle.com.br                            | 18 |
| Foto 3 - Sistema de bombeamento de superfície. Local: Reserva Mamirauá.<br>Fonte: Usinazul, 2015. | 19 |
| Foto 4 - Equipamento de bombeamento solar de poço artesiano.<br>Fonte: Shurflo, 2016              | 20 |
| Foto 5 - Equipamento de bombeamento solar de superfície. Fonte: Shurflo, 2016                     | 20 |
| Foto 6 - Sistema de bombeamento de superfície. Local: Mamirauá.<br>Fonte: Usinazul, 2015          | 21 |
| Foto 7 - Bombeamento solar. Local: RESEX Tapajós. Fonte: PSA, 2016                                | 23 |
| Foto 8 - Secador solar de baixa temperatura                                                       | 26 |
| Foto 9 - Geladeiras fotovoltaicas comerciais                                                      | 28 |
| Foto 10 - Geladeira / Freezer solar. Fonte: Solen/Usinazul, 2016                                  | 28 |
| Foto 11 - Máquinas de gelo solar instaladas na Amazônia.<br>Fonte: Usinazul, 2015                 | 28 |
| Foto 12 - Eco-fogões eficientes. Fonte: Mamirauá, 2016                                            | 31 |
| Foto 13 - Fornos eficientes. Fonte: Mamirauá, 2016                                                | 31 |
| Foto 14 - Biodigestor de lona. Fonte: Sansuy 2012                                                 | 32 |
| Foto 15 - Aparelhos eletrodomésticos presentes no Amazonas.<br>Fonte: LSF/IEE/USP, 2011           | 34 |
| Foto 16 - Pico Solar / lâmpada solar                                                              | 35 |
| Foto 17 - Detalhe de sistema solar residencial                                                    | 36 |
| Foto 18 - Sistema solar individual residencial. Fonte LSF/IEE/USP 2011                            | 37 |



# 1. INTRODUÇÃO





# INTRODUÇÃO

Quem trabalha com desenvolvimento de comunidades tradicionais reconhece os grandes desafios e dificuldades das populações em sobreviver em locais sem energia elétrica e isoladas dos centros urbanos, ou em locais com energia elétrica intermitente e proveniente de grupos geradores a gasolina ou a diesel.

**DADOS DAS NAÇÕES UNIDAS E BANCO MUNDIAL (SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL (SE4ALL) APONTAM QUE CERCA DE 1,2 BILHÕES DE SERES HUMANOS NÃO POSSUEM ACESSO À ENERGIA LIMPA E MODERNA E 2,5 BILHÕES DE PESSOAS DEPENDEM DA LENHA OU BIOMASSA PARA COZINHAR E AQUECER SUAS RESIDÊNCIAS.**

A matriz energética desses locais, normalmente dependente de combustíveis fósseis, onera a geração de energia em razão dos altos custos envolvidos no transporte desse combustível por grandes distâncias, além do elevado custo de operação, manutenção e da dificuldade logística para lidar com essas micro e miniusinas termoeletricas. Ademais, o funcionamento intermitente desses grupos geradores a diesel, normalmente das 18 às 22 horas, impede a operação de equipamentos para conservação de alimentos para agregação de valor aos produtos locais, tais como geladeiras e congeladores elétricos.

No caso de sistemas produtivos acionados por combustíveis fósseis, o elevado custo do combustível e da manutenção quase sempre não viabiliza a maioria dos negócios estruturados nessas pequenas cadeias de valor de base comunitária, seja no processamento de frutas, seja no de pescados, seja na produção de óleos essenciais etc.

Adicionalmente, o ser humano tem uma capacidade limitada de realizar trabalho. Uma publicação intitulada *Boas práticas na implantação de sistemas de bombeamento fotovoltaico* produzida, pelo Instituto de Energia Solar / Madrid, pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/ USP) e pela Associação Tichka contabiliza a capacidade do homem e da mulher







em realizar trabalho mecânico. Para trabalhos que demandam maior habilidade, com uso de braços e pernas, a potência disponibilizada pelo homem é de 20 W (watts), e da mulher, de 15 W. Para trabalhos com as pernas, que não requerem muita habilidade, o homem pode fornecer 70W e, a mulher, 60 W, sendo a melhor eficiência humana atingida quando o trabalho é realizado de forma suave e com longa duração. Sistemas energéticos podem fornecer energia em quantidades muito além da capacidade humana e portanto, são de grande importância para usos produtivos e agregação de valor.

Nesse sentido, a energia solar fotovoltaica e a solar térmica encontram um nicho de atuação muito importante em localidades isoladas onde o trabalho “braçal” é responsável pela produtividade e pela subsistência humana, principalmente considerando que existem cerca de 2 milhões de brasileiros na Amazônia Legal que ainda utilizam fontes de energia “suja” e não renovável para atender às suas necessidades básicas. Globalmente, dados das Nações Unidas e do Banco Mundial (Sustainable Energy for All – SE4ALL) apontam que cerca de 1,2 bilhões de seres humanos não

têm acesso a energia limpa e moderna, e 2,5 bilhões de pessoas dependem da lenha ou da biomassa para cozinhar e aquecer suas residências.

**É NESSE CONTEXTO QUE APRESENTAMOS ESTA CARTILHA, COM ALTERNATIVAS MAIS VIÁVEIS PARA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS RENOVÁVEIS VOLTADOS PARA USOS PRODUTIVOS E AGREGADORES DE VALOR, MELHORANDO A QUALIDADE DE VIDA DAS COMUNIDADES AMAZÔNICAS E A MANUTENÇÃO DA FLORESTA. A LISTA DE SOLUÇÕES APRESENTADAS AQUI NÃO É FINITA, MAS REPRESENTA UM CONJUNTO DE ALTERNATIVAS TESTADAS EM CAMPO E QUE DEMONSTRARAM VALOR PARA POPULAÇÕES TRADICIONAIS NA REGIÃO NORTE DO PAÍS.**



## 2. FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA





# FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Fontes renováveis de energia estão disponíveis em grandes quantidades ou têm capacidade de se regenerar rapidamente por meios naturais. Dessa maneira, não existe

risco de esgotamento. Exemplos desse tipo de fonte são o sol, o vento e a biomassa.

Apesar de muitas pessoas associarem o conceito de energias renováveis ao de energia limpa, nem todas as fontes renováveis podem ser consideradas limpas. Por exemplo, a queima de biomassa (lenha, resíduos agropecuários) produz gases de efeito estufa, embora, na sua fase de crescimento, as plantas realizem fotossíntese e captem carbono da atmosfera. Nesse caso, pode-se dizer que a geração de biomassa é “carbono neutro”, em referência ao balanço líquido de emissões de gases de efeito estufa, que poderá ser neutro ou positivo.

A energia solar pode ser aproveitada de duas maneiras: para geração de calor (energia solar térmica) e para geração direta de eletricidade (energia fotovoltaica). No primeiro caso, utilizam-se coletores solares para gerar calor que pode ser aproveitado para aquecer água e ambientes, desidratar produtos e até cozinhar. No segundo, utilizam-se módulos fotovoltaicos que

transformam a radiação solar em energia elétrica por meio de um processo chamado “efeito fotovoltaico”.

A energia eólica utiliza a força dos ventos para gerar energia mecânica – por meio de cata-ventos mecânicos – ou eletricidade mediante aerogeradores. A importância desse recurso é tal que muitas usinas eólicas vêm sendo implantadas no Brasil nos últimos anos. No entanto, a energia eólica depende de vento no local de uso e, no caso dos estados do Amazonas, do Acre e de boa parte do Pará, esse recurso não está tão disponível.

A energia da biomassa aproveita produtos agrícolas ou seus resíduos para produção de calor e combustíveis, além de, ultimamente, eletricidade por meio de motores de combustão interna (biodiesel, biogás e outros). Em locais com bastante biomassa e resíduos orgânicos animais, o biodigestor apresenta-se como grande alternativa para sistemas de produção de gás e biofertilizante para lavoura.

A energia hidrelétrica aproveita o fluxo das águas e a energia potencial contida por uma massa de água elevada para acionar turbinas que geram eletricidade. Em geral, são pequenas as “quedas-d’água” próximas às populações tradicionais na região amazônica, reduzindo o potencial de micro e minicentrals hidroelétricas gerando energia no local de demanda e consumo dessa energia.





## AS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO MEIO RURAL AUMENTAM A PRODUTIVIDADE, E EM CONSEQUÊNCIA A COMPETITIVIDADE E RESILIÊNCIA DE POPULAÇÕES TRADICIONAIS QUE VIVEM EM COMUNIDADES RURAIS REMOTAS E ISOLADAS.

Esta cartilha se concentrou, principalmente, na energia solar térmica e na solar fotovoltaica, mantendo em segundo plano a energia da biomassa, em particular a energia do biogás. E, por fim, as microcentrais hidroelétricas, que, apesar de bastantes difundidas no Sul e Sudeste do Brasil, apresenta poucos casos na região Norte, basicamente devido a tipos de rios com pequenos desníveis e poucas quedas d'água. A razão dessa escolha é simples: os sistemas solares são modulares, sua aplicação é rápida e apresentam custos operacionais reduzidos, além de serem de fácil aplicação em todo o território nacional. A biodigestão é um processo pouco utilizado, mas tem um grande potencial energético para cocção, processamento e geração de energia.

A Tabela 1 a seguir apresenta exemplos de vários serviços energéticos e seus valores geradores de renda mais factíveis para as Reservas Extrativistas (RESEX) da Amazônia. Nesse contexto, podemos dizer que estamos falando de usos produtivos de energia renovável adotando a seguinte definição: “Atividades agrícolas, comerciais e industriais dependendo de serviços de energia como um insumo direto para a produção de bens ou prestação de serviços” (GIZ, 2016).

O uso produtivo da energia renovável “promove o desenvolvimento socioeconômico, permitindo e/ou

aumentando a geração de renda. A energia renovável pode ser diferenciada na forma de ‘consumo individual’, ou seja, a utilização de serviços energéticos, como iluminação doméstica, cozinha e entretenimento privado, e na utilização de energia para serviços comunitários, como a saúde e a educação” (GIZ, 2016).

Considerando-se o estudo sobre capacidade do homem em realizar trabalho e comparando-se os dados de potência do homem e da mulher com o trabalho realizado pela energia solar fotovoltaica, por exemplo, pode-se realizar a seguinte analogia:

- Transportar água em balde (500 litros) para uma família, pode demandar 6 horas de trabalho entre coleta e transporte (mulher);
- O bombeamento solar, considerando-se uma bomba de 1 kW, realizará o mesmo trabalho em 6 minutos, ou seja, o trabalho de 60 mulheres por dia.

Uma das conclusões imediatas é que as fontes renováveis de energia no meio rural aumentam a produtividade e, em consequência, a competitividade e a resiliência de populações tradicionais que vivem em comunidades rurais remotas e isoladas, à medida que contribuem para a melhoria da qualidade de vida, da produção e da geração de renda.



**Tabela 1** – Exemplos de vários serviços energéticos e seus valores geradores de renda

| Serviços de energia                                            | Valor gerador de renda                                                                                                                                                         | Serviços de energia renovável                               |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Abastecimento de água e irrigação</b>                       | Melhor qualidade de vida, maior produtividade, culturas de maior valor agregado, maior confiabilidade, produção durante os períodos em que os preços de mercado são mais altos | Eólica, solar FV, biomassa, biodigestores, micro-hidráulica |
| <b>Iluminação</b>                                              | Leitura, ampliação das horas de funcionamento de estabelecimentos e jornada de trabalho                                                                                        | Eólica, solar FV, biomassa, biodigestores, micro-hidráulica |
| <b>Tritura, moagem, descasque</b>                              | Criar produto de valor agregado a partir de produtos agrícolas in natura                                                                                                       | Eólica, solar FV, biomassa, biodigestores, micro-hidráulica |
| <b>Secagem, defumação (Preservar com calor de processo)</b>    | Criar produto de valor agregado, preservar o produto para permitir a venda em mercados de maior valor                                                                          | Biomassa, biodigestores e solar térmica                     |
| <b>Prensa</b>                                                  | Produzir óleo retido a partir de sementes                                                                                                                                      | Biomassa, biodigestores e solar térmica                     |
| <b>Transporte</b>                                              | Alcançar mercados e transporte de pessoas                                                                                                                                      | Biomassa (biodiesel)                                        |
| <b>TV, rádio, computador, internet, telefone (comunicação)</b> | Negócios de entretenimento, educação, acesso a notícias de mercado, coordenação com fornecedores e distribuidores.                                                             | Eólica, solar FV, biomassa, biodigestores, micro-hidráulica |
| <b>Carregamento da bateria</b>                                 | Ampla gama de serviços para utilizadores finais (negócio de carregamento de telefones celulares)                                                                               | Eólica, solar FV, biomassa, biodigestores, micro-hidráulica |
| <b>Refrigeração</b>                                            | Venda de produtos refrigerados, aumentando a durabilidade dos produtos, conservação de vacinas.                                                                                | Eólica, solar FV, biomassa, biodigestores, micro-hidráulica |



### 3. APLICAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS NO CONTEXTO DA AMAZÔNIA





# APLICAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS NO CONTEXTO DA AMAZÔNIA

O acesso à energia em várias regiões rurais da Amazônia é dificultado por problemas técnicos, logísticos, econômicos e ambientais. Esse fato impacta diretamente em muitas cadeias produtivas que precisam de fornecimento confiável de água, meios de conservação da produção, energia motriz, etc.

Dessa forma, sistemas energéticos sustentáveis à base de energia solar apresentam grande competitividade nessas regiões, pois são tecnicamente robustos e confiáveis, de baixo custo operacional e ambientalmente corretos quando bem operados e mantidos. A questão logística no Amazonas é comum a todas as fontes de energia e de produção local. Contudo, se considerarmos a logística do combustível, a energia solar passa a ser imbatível. A

---

**SENDO A ÁGUA UM RECURSO ESCASSO EM CERTAS REGIÕES, A CAPTAÇÃO DAS CHUVAS PODE AJUDAR A ALIVIAR ESTE PROBLEMA.**

---

seguir apresentamos uma lista de potenciais serviços energéticos com vistas a melhorar a produtividade, a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável de comunidades tradicionais que habitam regiões remotas e isoladas da Amazônia.

## a. Abastecimento de água e irrigação

A água é um recurso natural essencial para a vida humana porque além de satisfazer nossas necessidades fisiológicas e sanitárias, é utilizada na produção de alimentos. Esse recurso é extraído de fontes superficiais e subterrâneas. No entanto, diversos fatores podem complicar o abastecimento de água na região amazônica. Nesse caso algumas tecnologias podem ajudar a fornecer água potável sem a utilização de combustíveis fósseis. Entre essas tecnologias encontramos:

- Sistemas de captação de água de chuva;
- Sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água.

É importante salientar que quando a água é destinada para uso na irrigação, é recomendada a utilização de sistemas de micro irrigação (gotejamento, micro aspersão, etc.) para otimizar o consumo de água.



### i. Sistemas de captação de água de chuva

Sendo a água um recurso escasso em certas regiões, sua captação das chuvas pode ajudar a aliviar esse problema. A captação de água pode ser feita aproveitando-se as telhas existentes nos domicílios. Com poucas exceções, a exemplo dos telhados de palha, a maioria dos telhados pode ser utilizada para esse fim.

A água desce por meio de calhas que devem ter certa inclinação para evitar a acumulação de água em certos pontos e impedir a proliferação de mosquitos. Para armazenar a água, podem-se utilizar cisternas de plásticos com proteção UV. Também é possível o uso de cisternas de alvenaria.

A utilização depende da qualidade final da água coletada. Em regiões urbanas a água de chuva pode conter material particulado que inviabiliza seu uso para consumo humano. Além disso, precisa-se de uma limpeza adequada dos telhados e das cisternas para evitar a contaminação das águas devido à presença de dejetos animais e algas.

Portanto, a água de chuva é em geral **imprópria** para consumo humano, sendo necessário filtragem, tratamento ou fervura. Em muitos casos o tratamento

é feito com hipoclorito de sódio (NaClO), bastante utilizado na desinfecção de água em muitas comunidades rurais.

Os passos corretos para a coleta de água de chuva segundo uma cartilha<sup>1</sup> elaborada pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), são:

- Captar chuva via calha instalada no telhado;
- Filtrar para remover sujeiras como folhas, insetos e outras partículas;
- Descartar a água de primeira chuva, eliminando parte dos contaminantes;
- Armazenar em reservatório adequado e protegido de insetos.

Sistemas de captação de água de chuva são normalmente feitos com componentes de baixo custo encontrados em lojas de materiais de construção, apesar de existirem sistemas mais complexos e sofisticados. A simplicidade dos atuais sistemas torna essa forma de captar água um recurso de fácil acesso para populações tradicionais.

<sup>1</sup> O IPT lançou uma cartilha sobre captação de água de chuva, disponível na página: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/usr/share/documents/599.pdf>.



Os tipos de sistema dependem da disponibilidade de materiais hidráulicos no comércio local, mas em geral é preciso colocar um conjunto de calhas no telhado para captação, tubulação para canalizar água e armazenamento em tanques, normalmente plásticos ou em fibra de vidro. No solo esses tanques podem ser de concreto e até compostos por lonas plásticas.

A foto a seguir apresenta um sistema de captação de água residencial instalado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), Amazonas.

**Foto 1** - Captação de água de chuva. Fonte: Instituto Mamirauá, 2016



Para usos coletivos, os sistemas podem armazenar mais água, dependendo, portanto, de uma área de telhado (coletor de chuva) maior.

Adicionalmente, é sugerida a instalação de um separador de folhas e outros detritos que se acumulam no telhado antes que a água captada chegue ao tanque. Vários sistemas de separação de detritos estão disponíveis na internet e podem ser feitos com uso de material reciclado (garrafas PET, por exemplo). Recomenda-se o “descarte de dois litros de água para cada metro quadrado de área de telhado utilizado para captação, o que corresponde aos dois primeiros milímetros de precipitação” (IPT, 2015).

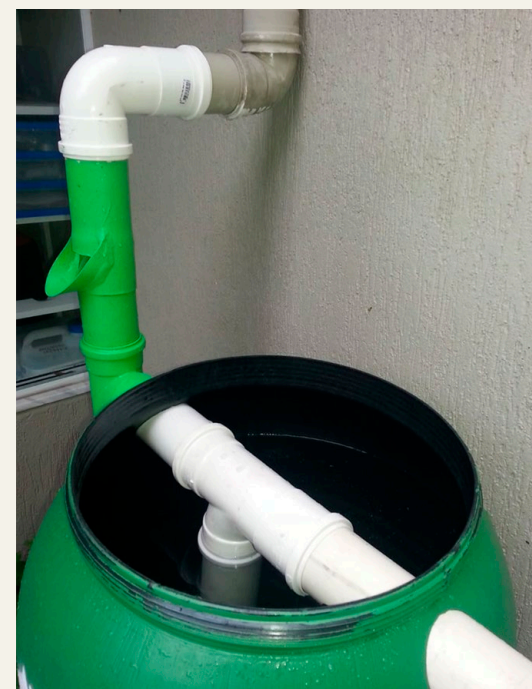




A figura abaixo apresenta um dos diversos modelos disponíveis na internet do tipo “faça você mesmo” a partir de tutoriais e vídeos no YouTube.



**Figura 1** – Esquema simplificado de cisterna de água de chuva com bombona plástica



**Foto 2** – Cisterna e separador de água finalizado.  
Fonte: eCycle.com.br





**Foto 3** – Sistema de bombeamento de superfície. Local: Reserva Mamirauá. Fonte: Usinazul, 2015.

## ii. Sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água

Sistemas fotovoltaicos de bombeamento podem ser utilizados para aproveitar o grande potencial hídrico armazenado nas fontes existentes na Amazônia: rios, lagos, igarapés e poços.

A diferença entre o sistema fotovoltaico domiciliar e o sistema de bombeamento é que este tipo de sistema

não precisa de baterias, já que a água pode ser estocada em reservatórios elevados para consumo posterior. Dependendo das vazões e das alturas necessárias para elevar a água, é possível a utilização de pequenos sistemas em corrente contínua (CC)<sup>2</sup> com tensões de trabalho em 12V ou 24V. Em caso de poços mais profundos os sistemas costumam trabalhar em corrente alternada (CA)<sup>3</sup>.

No caso dos sistemas para fontes superficiais (rios, lagos, e igarapés), geralmente o sistema é instalado sobre terra firme com a bomba ou o conjunto motobomba submerso. Mas, devido à variação do nível de água dos rios durante o ano, o sistema fotovoltaico pode ser instalado em uma base flutuante como mostrado na foto 3. É importante salientar que um problema das águas superficiais é a propensão à contaminação por agentes físicos, químicos ou biológicos que inviabilizariam sua utilização para consumo humano. Nesses casos, recomenda-se o uso de filtros, caso seja necessária a utilização dessa água para consumo humano.

<sup>2</sup> Corrente contínua é a corrente produzida em baterias, pilhas etc. Corrente alternada é a corrente presente nas tomadas das residências.

<sup>3</sup> A diferença é que numa (CC) o fluxo de energia segue um único sentido, no outro (CA), o fluxo de energia alterna de sentido constantemente.

## SISTEMAS DE BOMBEAMENTO SÃO VENDIDOS EM DIVERSOS TAMANHOS. O QUE DETERMINA O TAMANHO IDEAL DO SISTEMA É O VOLUME DE ÁGUA DIÁRIO NECESSÁRIO.

Já os sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água para fontes subterrâneas costumam ser mais complexos e geralmente trabalham em corrente alternada. Esses sistemas são geralmente comercializados em kits que incluem uma motobomba centrífuga ou de deslocamento positivo, um sistema de controle e um gerador fotovoltaico. Sistemas menores nem necessitam do componente de controle, conforme fotos a seguir:



**Foto 4** – Equipamento de bombeamento solar de poço artesiano.  
Fonte: Shurflo, 2016



**Foto 5** – Equipamento de bombeamento solar de superfície.  
Fonte: Shurflo, 2016



O Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (LSF-IEE-USP) desenvolveu um sistema de bombeamento de água que usa conversores de frequência comerciais em conjunto com motobombas centrífugas em corrente alternada (CA), comercializadas normalmente no mercado, que originalmente não são exclusivas para sistemas fotovoltaicos. Esse tipo de sistema tem um custo menor que os sistemas fotovoltaicos comercializados para as mesmas faixas de potência e vazão, pois as bombas de CC são mais caras.

Sistemas de bombeamento são vendidos em diversos tamanhos. O que determina o tamanho ideal do sistema é o volume de água diário necessário. Seja para consumo humano, seja para irrigação, o procedimento de cálculo é o mesmo. De posse do consumo de água, consultam-se tabelas de dimensionamento com base na vazão (por hora ou por dia) e altura manométrica total (altura máxima a que a água será elevada).

A tabela a seguir apresenta exemplos de sistemas típicos que podem ser instalados nas RESEX e em diversas outras comunidades da Amazônia. São sistemas para uso individual (menor potência do módulo solar) ou coletivo (maior potência do módulo solar).



**Foto 6** – Sistema de filtração de água de superfície (rio).  
Fonte: Usinazul, 2015.  
Reserva Mamirauá.

**Tabela 2 –**  
Configurações típicas  
de sistemas de  
bombeamento

| Item | Bomba              | Módulo solar | Altura manométrica máxima (m) | Vazão diária (lts/dia) | Tipo                    |
|------|--------------------|--------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1    | Shurflo 8000       | 90 Wp        | 14                            | 2.115 a 2.450          | Superfície ou flutuante |
| 2    |                    | 140 Wp       | 42                            | 1.700 a 2.450          | Superfície ou flutuante |
| 5    | Shurflo 9325       | 180 Wp       | 70                            | 1.500 a 2.100          | Poço e reservatório     |
| 6    | Grundfos SQF 2.5-2 | 600 Wp       | 120                           | 3.700 a 30.300         | Poço e reservatório     |
| 7    | Grundfos SQF 2.5-2 | 2.100 Wp     | 115                           | 9.000 a 31.700         | Poço e reservatório     |
| 8    | Bomba AC comum     | 2.000Wp      | 60                            | 7.000 a 20.000         | Poço e reservatório     |



Sendo assim, o primeiro passo é definir o consumo de água e depois a escolha do equipamento que atenda a essa demanda. É importante notar que os sistemas de bombeamento têm capacidade definida em função da quantidade de água que irá bombear e da altura da qual a água será bombeada. A escolha da bomba ideal para

maiores vazões requer a consulta de um profissional. Sistemas menores, como visto nas fotos 3 e 4, podem ser adquiridos pela internet e instalados facilmente. Sistemas maiores, como na foto 5 a seguir, demandam um maior conhecimento sobre dimensionamento e características dos equipamentos.



**Foto 7** – Bombeamento solar. Local: RESEX Tapajós.  
Fonte: PSA, 2016



© Amanda Leis

A tabela abaixo apresenta tamanhos típicos de bombas e respectivas vazões para diversas alturas de bombeamento (altura manométrica).

**Tabela 3** – Exemplos de sistemas de bombeamento encontrados no mercado

|                                                        | Sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água para fontes superficiais |           | Sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água para fontes submersíveis |          |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                        | Modelo 1                                                               | Modelo 2  | Modelo 3                                                               | Modelo 4 |
| Potências típicas do gerador fotovoltaico (Watts-pico) | 100 - 200                                                              | 100 - 180 | 1200                                                                   | 1500     |
| Alturas manométricas típicas (m)                       | Até 100                                                                | Até 40    | Até 50                                                                 | Até 50   |
| Volumes diários típicos (m <sup>3</sup> /h)            | 0,1 - 0,3                                                              | 1,2 - 4   | 3                                                                      | Até 3    |
| Preços típicos (R\$)                                   | 2.000                                                                  | 3.500     | 15.000                                                                 | 10.000   |

É importante notar que sistemas de bombeamento podem ser dimensionados para qualquer porte – de acordo com a demanda diária de água – e inclusive aplicados em paralelo para aumentar a oferta de água.



## b. Conservação de alimentos e outros produtos

Desde os primórdios da humanidade, o homem foi aperfeiçoando técnicas de conservação de alimentos que permitiram sua sobrevivência durante períodos de escassez. Elementos da natureza, como o sol, o fogo e o gelo, são aproveitados há milênios. Técnicas mais complexas, como o uso de conservantes naturais (sal, pimenta, vinagre, gorduras etc.), foram descobertas e aprimoradas através de séculos. A maior parte das técnicas de conservação de alimentos está relacionada ao controle da proliferação de microrganismos. No caso do peixe, por exemplo, sua deterioração é provocada pela ação de enzimas e de microrganismos contidos no seu interior ou pela contaminação desde a captura até a sua comercialização. A ação enzimática é reduzida mediante a evisceração e a limpeza do pescado. A ação microbiológica é reduzida com o manuseio adequado e o abaixamento da temperatura.

Notadamente a região Norte está na zona equatorial com temperaturas e umidade altas, o que propicia a proliferação de microrganismos que aceleram a degradação dos alimentos. Nesse sentido, o uso de sistemas energéticos para geração de frio é uma das



## O USO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS PARA GERAÇÃO DE FRIO É UMA DAS TECNOLOGIAS MAIS DESEJADAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS NA AMAZÔNIA.

tecnologias mais desejadas na conservação de alimentos na Amazônia, assim como as geladeiras comerciais ou aquelas adaptadas para funcionar diretamente com a energia solar fotovoltaica.

Outra forma de processamento, a desidratação de alimentos, aumenta o tempo de vida útil de prateleira de diversos produtos extrativos, como frutas, legumes, ervas e até peixes, sempre quando há energia térmica disponível no local: lenha, gás e sol.

### i. Secadores solares

A secagem de alimentos consiste na redução da quantidade de água contida neles mediante a passagem de ar quente aquecido com o uso de uma fonte térmica (sol, lenha, combustíveis fósseis etc.). A secagem de alimentos é uma técnica milenar que permite a conservação sem emprego de conservantes adicionais e nem uso do frio. Além disso, permite a redução do peso do produto, diminuindo os custos de transporte.

A utilização do sol para secagem significa uma redução dos custos associados ao uso de combustíveis ou de eletricidade. Ainda que seja possível secar produtos

ao ar livre, é recomendado o emprego de secadores solares para acelerar o processo de secagem, evitar a contaminação dos produtos por poeira, insetos, roedores, pássaros e, em alguns casos, reduzir a danificação do produto pela exposição direta ao sol.

Por esse motivo, a escolha do modelo mais adequado de secador solar depende das características do meio ambiente e do produto, da quantidade de água a ser removida e da velocidade desejada de secagem.



**Foto 8** – Secador solar de baixa temperatura



Os secadores diretos são recomendados para produtos que não são danificados pela incidência da luz direta. Na sua versão mais simples, consiste em uma estrutura triangular coberta ao modo de uma tenda por um filme plástico que permite a passagem da radiação solar. Uma pequena abertura nas partes inferior e superior permitem a entrada e a saída de ar.

Os secadores indiretos são mais sofisticados. O ar é aquecido previamente em um coletor solar para depois passar pelo produto que está armazenado em um gabinete com várias bandejas.

Também é possível acelerar o processo de secagem com ventiladores especiais e secagem forçada. Nesse caso é necessário um pequeno sistema de geração fotovoltaica com baterias.

## ii. Geladeiras FV comerciais

Sistemas fotovoltaicos podem ser dimensionados para alimentar especificamente geladeiras ou *freezers*. Esse tipo de sistema precisa de um banco de baterias para uso fora do horário solar. O consumo energético de qualquer geladeira depende da temperatura ambiente do local, da eficiência da geladeira, da quantidade de alimentos armazenados e do número de vezes que a porta é aberta. Quanto maior for o consumo, maior será o investimento em baterias. Por esse motivo, recomendam-se geladeiras de alta eficiência de modo a reduzir os custos associados ao armazenamento com baterias.

Uma alternativa são as geladeiras dedicadas a aplicações fotovoltaicas. Esse tipo de geladeira geralmente trabalha em corrente contínua e apresenta uma eficiência maior que a média das geladeiras comerciais; porém, seu preço pode ser muito maior.



A foto a seguir apresenta tipos de geladeira solar com capacidade de 270 litros. A diferença entre esta e uma geladeira convencional são basicamente dois aspectos: uso de energia em corrente contínua e melhor isolamento térmico (80 mm de espessura). Em resumo, o isolamento térmico reforçado mantém o interior da geladeira mais frio por maior tempo, minimizando a perda de energia, e, pelo fato de funcionar com corrente contínua, não há necessidade de se instalar um inversor CC-CA.

**Foto 9** – Geladeiras fotovoltaicas comerciais



A foto a seguir apresenta *freezer* fotovoltaico com capacidade de 240 litros. Assim como a geladeira anterior, ele apresenta isolamento térmico reforçado e funciona com corrente contínua, sem necessidade do inversor CC-CA. Ambos os sistemas necessitam de baterias para operação diária; contudo, o baixo consumo de energia é um fator importante que torna esse equipamento bastante apropriado para aplicações em áreas remotas e isoladas da Amazônia. Tal tecnologia ainda não está largamente difundida nas regiões rurais e isoladas em razão dos custos mais elevados que o dos *freezers* comuns.



**Foto 10** – Geladeira / Freezer solar.  
Fonte: Solen/Usinazul, 2016



### iii. Máquina de gelo solar

A primeira versão dessa MGS chegou no estado do Amazonas em 2015, com financiamento do Google, como parte do Prêmio de Impacto Social recebido pelo Instituto de Desenvolvimento Mamirauá (IDSM), em parceria com o LSF<sup>4</sup> e a Usinazul.<sup>5</sup>

**Foto 11** – Máquinas de gelo solar instaladas na Amazônia.  
Fonte: Usinazul, 2015.  
Reserva Mamirauá.



A MGS foi desenvolvida no LSF-IEE-USP para produzir em média 27 kg de gelo por dia, considerando uma irradiação solar diária acima de 5,5 kWh/m<sup>2</sup> (dia

<sup>4</sup> A máquina de gelo solar (MGS) do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Energia e Ambiente da USP (LSF-IEE-USP) foi desenvolvida pelo pesquisador Carlos Driemeier, orientado pelo Prof. Roberto Zilles entre 2007 e 2009 e contou com financiamento da FAPESP.

<sup>5</sup> Informações sobre o projeto podem ser encontradas neste link: <https://desafiosocial.withgoogle.com/brazil2014/charity/instituto-mamiraua>

ensolarado). Ela é composta por módulo solar, câmara fria com bom isolamento térmico e circuito eletrônico de conversão e controle. A MGS possui um acionamento automático que permite ligar quando o sol nasce, e desligar quando ele se põe. Seu funcionamento é através da incidência da radiação solar no painel fotovoltaico que é transformada em eletricidade e diretamente utilizada, sem necessidade de acumulação de energia em baterias, e utilizada para acionamento do moto-compressor que, por sua vez, produzirá o frio e o gelo.

Do ponto de vista socioeconômico, a incapacidade de conservar alimentos in natura, pela falta de energia, aliado a ausência de um mercado consumidor próximo, para venda e troca de produtos provenientes de atividades tradicionais, deixa as comunidades sem oportunidade de acesso ao mercado para venda direta de sua produção. Geralmente, as comunidades vendem sua produção para um intermediário, que compra o produto fresco do pescador tradicional porque possui os meios de conservação e os meios de transporte.

Assim, a falta de conservação de pescados frescos da pesca tradicional é um dos problemas equacionados com sistemas de refrigeração adequados, pois introduz na comunidade um sistema gerador de energia limpa com fonte renovável, a energia solar fotovoltaica, criando as

**A INCAPACIDADE DE CONSERVAR ALIMENTOS // NATURA, PELA FALTA DE ENERGIA, ALIADO À AUSÊNCIA DE UM MERCADO CONSUMIDOR PRÓXIMO, PARA VENDA E TROCA DE PRODUTOS PROVENIENTES DE ATIVIDADES TRADICIONAIS, DEIXA AS COMUNIDADES SEM OPORTUNIDADE DE ACESSO AO MERCADO PARA VENDA DIRETA DE SUA PRODUÇÃO.**

condições para que o sistema energético opere com baixo custo e de forma sustentável.

Desta forma, a tecnologia solar fotovoltaica e a aplicação da MGS desenvolvida em laboratório, associada à tecnologia social de organização e participação comunitária, realizada por organizações não governamentais locais (Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDS<sup>6</sup>)), permitiu o desenvolvimento de um projeto que é um divisor de águas para populações que vivem em regiões isoladas. Durante o processo de implantação das MGS, um modelo de gestão comunitária da tecnologia é discutido, e futuramente poderá ser reaplicado em diversas comunidades em outros países em desenvolvimento, considerando as especificidades culturais e socioeconômicas.

Os resultados da utilização da MGS vão desde a aplicação da energia solar para geração de renda, subsidiando a conservação da produção familiar de comunidades rurais; ao aumento do bem-estar e qualidade de vida, associado à possibilidade de se beber água gelada e os benefícios ambientais, com a diminuição da emissão de carbono na atmosfera pela queima de combustíveis fósseis.

<sup>6</sup> <http://www.mamiraua.org.br/pt-br>

## c. Cocção e processamento de alimentos

### i. Fogões e fornos melhorados (eco fogões e eco fornos)

A maioria dos fogões a lenha artesanais consome muita lenha e emite gases nocivos durante a combustão. Já um fogão melhorado evacua melhor a fumaça produzida, permite a redução de consumo de lenha e melhora o tempo de cocção dos alimentos. Isso acontece porque um fogão melhorado possui vários elementos que melhoram a queima do combustível e a transferência do calor produzido. Além disso, muitos fogões melhorados têm chaminés que liberam os gases fora do interior dos domicílios, reduzindo os problemas de saúde associados à inalação de fumaça e material particulado.

Da mesma maneira é possível a utilização de fornos melhorados, para produção de farinha de mandioca. Eles trabalham com o mesmo princípio dos fogões melhorados contando com uma câmara de combustão para reduzir o consumo de lenha e uma chaminé para eliminar corretamente os gases de combustão.





**Foto 12** – Eco-fogões eficientes.  
*Fonte: Instituto Mamirauá, 2016*



**Foto 13** – Fornos eficientes.  
*Fonte: Instituto Mamirauá, 2016*

## ii. Biodigestores

Um biodigestor é um sistema projetado para processamento e aproveitamento de material orgânico para geração de gás metano e fertilizantes. O princípio de funcionamento é simples: dentro de uma câmara fechada, as bactérias digerem o material orgânico em ausência do oxigênio, liberando metano e material sólido que pode ser utilizado como adubo.

O material orgânico empregado precisa ser uma mistura de resíduos de origem animal e vegetal, em proporção adequada, para fornecer água, carbono, nitrogênio e sais minerais, que serão consumidos pelas bactérias. Dessa maneira podem-se aproveitar excrementos animais e humanos, restos de comida e resíduos agrícolas sem agrotóxicos.

Com o devido encanamento do gás, ele pode ser utilizado para cocção de alimentos e o aquecimento de água ou de habitações. Já o resíduo sólido pode ser aproveitado como fertilizante.

**Foto 14** – Biodigestor de lona.

Fonte: Sansuy 2012



No contexto de uma RESEX, onde existem poucos animais criados em cativeiro, a coleta de resíduo animal não é fácil nem mesmo viável, e biodigestores podem não funcionar de forma apropriada. Por esse motivo, o detalhamento das características desses equipamentos não será aqui apresentado. O potencial de uso do Biogás para usos produtivos é alto, sempre quando há matéria orgânica em decomposição em volume considerável.<sup>7</sup>

#### d. Geração de energia: iluminação, produção, lazer e outros

O fornecimento de energia para iluminação, comunicação, entretenimento, entre outros usos finais pode ser feito através de sistemas específicos para tal fim ou com sistemas fotovoltaicos autônomos com geração de energia em sistemas isolados. Basicamente, a energia poderá ser produzida por qualquer fonte de energia, mas, no escopo desta cartilha, estamos dando ênfase à geração solar fotovoltaica, devido à sua natureza modular e à sua capacidade de fornecer energia de pequeno porte.

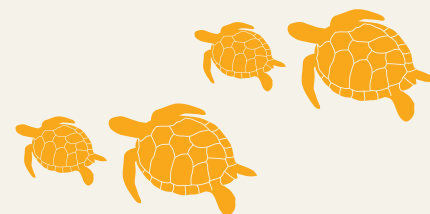
<sup>7</sup> O CIBiogás (Centro Internacional de Energias Renováveis–Biogás), uma entidade sem fins lucrativos baseada no Parque Tecnológico Itaipu (PTI), em Foz do Iguaçu (PR), produziu um livro bem interessante sobre o biogás e suas aplicações, “Biogás: a energia invisível” que pode ser consultado gratuitamente pelo link: <https://cibiogas.org/livro-biogas-energia-invisivel>.



A Tabela 4 mostra uma lista de aplicações produtivas e seus consumos típicos de energia com base em experiências coletadas em diversos projetos de desenvolvimento rural.

**Tabela 4** – Aplicações produtivas de SFV na agricultura.  
Fonte: Modificado de Weingart (2003)

| Aplicação produtiva                              | Faixa típica de potência (kWp) |
|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| Irrigação                                        | 1 - 3                          |
| Água para bebedouros                             | 0,5 - 1                        |
| Cerca elétrica                                   | 0,02 - 0,1                     |
| Eletrificação de granjas (iluminação, segurança) | 0,05 - 0,5                     |
| Secagem forçada                                  | 0,1 - 1                        |
| Iluminação de currais, granjas e campos          | 0,2 - 3                        |
| Bombeamento de água para peixes                  | 0,5 - 3                        |
| Aeração – peixes                                 | 0,2 - 1                        |
| Armadilhas de luz para insetos (por lâmpada)     | 0,01- 0,02                     |
| Refrigeração de vacinas para gado                | 0,05- 0,1                      |
| Refrigeração de produtos agrícolas               | 0,5 - 10+                      |
| Máquinas de gelo                                 | 2 - 10                         |
| Telecomunicações                                 | 0,2 - 0,3                      |



A foto abaixo apresenta equipamentos típicos de uma casa de população ribeirinha na Amazônia. As TVs de “tela plana” consomem menos energia que as TVs tubulares, como a mostrada na foto abaixo; por isso, é bom estar atento ao uso de equipamentos de menor consumo de energia para diminuir o investimento no sistema de geração de energia.

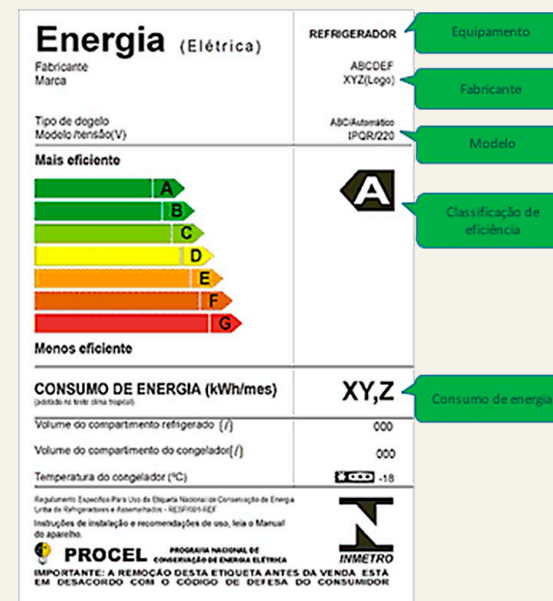


**Foto 15** – Aparelhos eletrodomésticos presentes nas residências na Amazônia.

Fonte: LSF/IEE/USP, 2011

A informação do consumo de energia de equipamentos está presente na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), emitida pelo Instituto Nacional de Metrologia – Inmetro, que apresenta as principais características dos aparelhos eletrodomésticos, principalmente o consumo de energia, que é o dado que nos interessa no dimensionamento de um sistema de energia.

A figura a seguir apresenta etiqueta de ENCE emitida pelo Inmetro.



**Figura 2** – Etiqueta de eficiência energética.

Fonte: INMETRO.



Sempre que possível, o consumidor deverá optar por equipamentos “classe A”, que têm o menor consumo de energia, quando comparado com outros equipamentos.

#### i. Pico Solar / Pico PV

Os sistemas “Pico PV”, que incluem as “lâmpadas solares”, são pequenos sistemas fotovoltaicos comercializados em forma de *kits* para fornecimento de energia para pequenas cargas, tipicamente lâmpadas. Recentemente esses sistemas vêm sendo utilizados para carregamento de celulares, com portas de USB, já presentes nos *kits* solares.

Usualmente, esse tipo de sistema é composto por um módulo fotovoltaico de até 10 W, bateria de lítio e uma ou duas lâmpadas LED. Sistemas pico apresentam várias vantagens devido ao seu baixo custo, à facilidade de transporte, à modularidade e à praticidade.

O custo dos *kits* varia de acordo com o número de lâmpadas, a autonomia do sistema e as funções adicionais incluídas (carregamento de celular, rádio incorporado etc.).



**Foto 16** – Pico Solar/  
lâmpada solar

## ii. Sistemas fotovoltaicos autônomos individuais e coletivos

Um sistema fotovoltaico autônomo é capaz de fornecer energia para diversos fins de utilização (iluminação, lazer e atividades produtivas). Existem diversas configurações de sistemas autônomos que permitem o atendimento em corrente contínua, alternada ou em ambos os tipos. A quantidade de energia que o sistema pode entregar depende das características climáticas do local, da potência do gerador fotovoltaico e da capacidade do banco de baterias.

Basicamente, existem dois tipos de sistemas autônomos: individuais ou coletivos. Os sistemas coletivos podem ser montados em forma de minirredes, atendendo a cargas diversas em locais diferentes, relativamente próximas entre si. A diferença entre esses dois tipos de sistema é que, no primeiro caso, cada residência é atendida com um sistema individual, enquanto no segundo a geração é compartilhada por várias residências ou outros consumidores de energia (cooperativa, usos produtivos etc). Sistemas individuais são mais adequados para comunidades onde existe grande dispersão entre as residências. Por outro lado, uma minirrede, apesar de sua complexidade, é recomendada para casos em que várias residências estão localizadas próximas entre si.

Sistemas individuais são tipicamente compostos por gerador fotovoltaico, banco de baterias, controlador de carga e inversor off-grid. Já as minirredes podem ser híbridas, sendo a energia gerada por mais de uma fonte (fotovoltaica, diesel, eólica ou biomassa).



**Foto 17** – Detalhe de sistema solar residencial



**Foto 18** – Sistema solar individual residencial.  
Fonte LSF/IEE/USP 2011



Há uma classe especial de sistemas fotovoltaicos autônomos (individuais ou coletivos) enquadrados pela Resolução Normativa da ANEEL nº 83/2004 - SIGFI: Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica por Fontes Intermitentes de Energia, desenvolvida para atendimento energético rural, servindo de referência para as concessionárias de energia na implantação do Programa “Luz para Todos”, do Ministério de Minas e Energia (MME), conforme definido pela Lei de Universalização do Serviço Público de Energia Elétrica no Brasil (Lei nº 10.438/2002).



Esses sistemas instalados pelas concessionárias de energia garantem a disponibilidade de fornecimento de uma quantidade específica de energia mensal. A Tabela 5 mostra as classes de sistemas regulamentados pela quantidade de energia mensal mínima a ser atendida e os possíveis usos da energia.

**Tabela 5** – Sistemas autônomos regulamentados pela Resolução ANEEL 493/12 – SIGFI

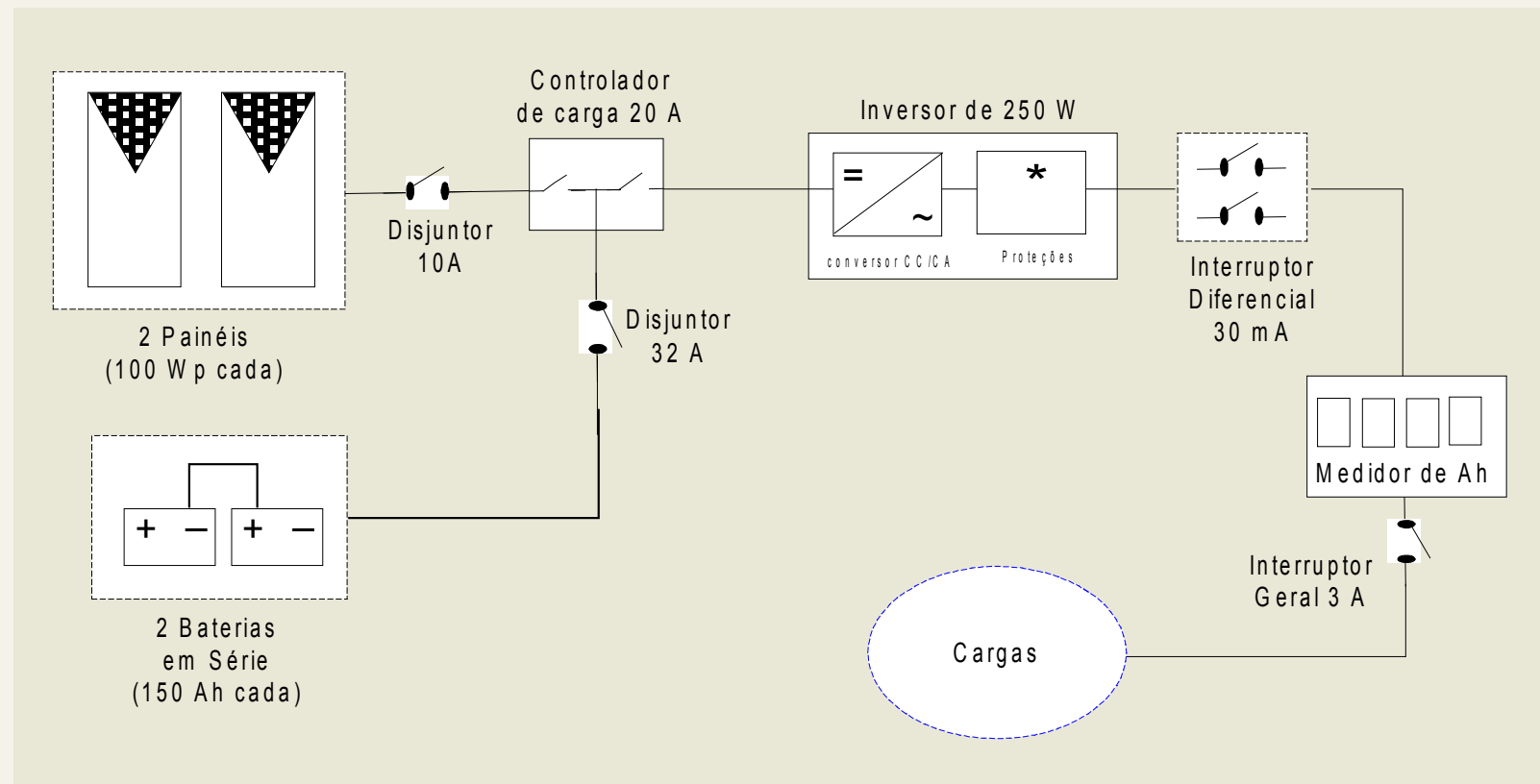
| Modelo    | Energia mensal disponibilizada (kWh/mês) | Painel Solar | Potência mínima inversor | Usos finais                                                      |
|-----------|------------------------------------------|--------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| SIGFI 13  | 13                                       | 290 Wp       | 250                      | Iluminação e lazer                                               |
| SIGFI 30  | 30                                       | 580 Wp       | 500                      | Iluminação e lazer                                               |
| SIGFI 45  | 45                                       | 1.160 Wp     | 1.000                    | Iluminação, lazer e refrigeração                                 |
| SIGFI 60  | 60                                       | 1.500 Wp     | 700                      | Iluminação, lazer, refrigeração e pequenas atividades produtivas |
| SIGFI 80  | 80                                       | 2.320 Wp     | 1.000                    | Iluminação, lazer, refrigeração e pequenas atividades produtivas |
| SIGFI 180 | 180                                      | 4.640 Wp     | 1.250                    | Iluminação, lazer, refrigeração e pequenas atividades produtivas |

Sistemas fotovoltaicos podem ser dimensionados em todo tamanho e porte. A tabela anterior define alguns sistemas de acordo com a Resolução Normativa (RN) 83/2004; contudo, é possível alterar diversas características, como, por exemplo, a potência do inversor. Uma concessionária da região Norte adotou um inversor de 1850 W para SIGFI 180, por exemplo, acima dos 1.250 W definidos na Resolução.



Os sistemas solares citados são compostos pelos seguintes itens, variando a quantidade e especificação técnica de acordo com a potência a ser instalada: módulos fotovoltaicos, controlador de carga, baterias e inversores. O diagrama a seguir apresenta um esquema de ligação dos principais componentes de um sistema solar fotovoltaico para SIGFI 13. O correto dimensionamento e a instalação adequada são importantes para obter o resultado esperado do sistema.

**Figura 3** – Diagrama de SIGFI 13.  
Fonte: LSF/IEE/USP 2011



## e. Tabela resumo das tecnologias renováveis de energia para RESEX

A tabela a seguir resume as tecnologias apresentadas anteriormente e os custos estimados com base no mercado e na experiência de campo do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

**Tabela 6** –Resumo das tecnologias renováveis de energia para Resex

| Item | Serviços energético                        | Tecnologia                                     | Usos finais                                                                                                                   | Custos típicos**                                                                                                                                                                 |
|------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Abastecimento de água e irrigação          | Sistemas de captação de água de chuva*         | Abastecimento de água humano<br>- Usos produtivos (limpeza e processamento de produtos extrativistas)                         | - 500 litros: R\$ 900<br>- 1000 litros: R\$ 1500<br>- 5.000 litros: R\$ 6.000<br>- 10.000 litros: R\$ 12.000                                                                     |
|      |                                            | Sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água* | Abastecimento de água humano, usos produtivos (irrigação, lavagem de produtos, cozimento, etc), higiene, saúde, conforto, etc | Poço (40 m profundidade):<br>- até 2.500 l/dia: R\$ 2.800<br>- até 30.000 l/dia: R\$ 16.000<br><br>Superfície:<br>- até 2.500 l/dia: R\$ 2.800<br>- até 30.000 l/dia: R\$ 25.000 |
| 2    | Conservação de alimentos e outros produtos | Secador Solar                                  | Secagem de alimentos                                                                                                          |                                                                                                                                                                                  |
|      |                                            | Geladeiras / Freezer                           | Conservação de alimentos, vacinas etc.                                                                                        | Geladeira Solar (CC): R\$ 4.500 – 5.500<br>Freezer 150L (CC): R\$ 4.500 – 6.000<br>Freezer 240L (CC): R\$ 7.500 – 9.000                                                          |
|      |                                            | Máquina de gelo solar*                         | Produção e gelo para conservação de alimentos, vacinas, etc                                                                   | R\$ 25.000 – 30.000                                                                                                                                                              |





\* Valores foram definidos com base em projetos semelhantes implementado pelo IDSM – Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

\*\* Não incluem custos de instalação e frete para as localidades.

| Item | Serviços energético                                      | Tecnologia                                            | Usos finais                                                                                                             | Custos típicos**                                                       |
|------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 3    | Cocção e processamento de alimentos                      | Fogões e fornos melhorados (eco fogões e eco fornos)* | Produção de farinha e diversos tipos de processamentos que requerem cocção                                              | Fogão eficiente: R\$ 600 – 1.000<br>Forno eficiente: R\$ 1.500 – 2.000 |
|      |                                                          | Biodigestores                                         | Tratamento de resíduos orgânicos, com produção de biogás para cocção, produção de energia e produção de biofertilizante | R\$ 5.000 – 10.000                                                     |
| 4    | Geração de energia: iluminação, produção, lazer e outros | Pico PV (lanterna)                                    | Iluminação                                                                                                              | R\$ 100 - 500                                                          |
| 5    |                                                          | SIGFI 13                                              | Geração de energia elétrica para diversos usos residenciais                                                             | R\$ 3.000 – 5.000                                                      |
| 6    |                                                          | SIGFI 30                                              | Geração de energia elétrica para diversos usos residenciais                                                             | R\$ 7.000 – 9.000                                                      |
| 7    |                                                          | SIGFI 45                                              | Geração de energia elétrica para diversos usos residenciais e comunitários                                              | R\$ 10.000 – 15.000                                                    |
| 8    |                                                          | SIGFI 60                                              | Geração de energia elétrica para diversos usos residenciais e comunitários                                              | R\$ 16.000 – 20.000                                                    |
| 9    |                                                          | SIGFI 80                                              | Geração de energia elétrica para diversos usos comunitários                                                             | R\$ 30.000 – 35.000                                                    |
| 10   |                                                          | SIGFI 180                                             | Geração de energia elétrica para diversos usos comunitários                                                             | R\$ 45.000 – 50.000                                                    |

## 4. FONTES DE FINANCIAMENTO





## FONTES DE FINANCIAMENTO

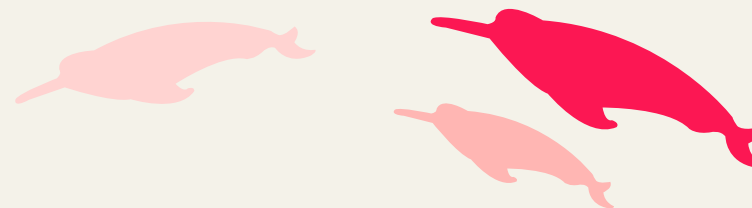
Este capítulo apresenta as principais linhas de financiamento para sistemas energéticos com fontes renováveis. Algumas das linhas citadas se aplicam a projetos comunitários, de base produtiva e implementados por cooperativas, associações (pessoa jurídica) etc; outras são voltadas para consumidores finais (usuário de energia, pessoa física ou jurídica). As taxas de juros apresentadas refletem as informações fornecidas pelos bancos nos meses de dezembro de 2016 e janeiro de 2017, podendo ser alteradas sem aviso prévio. Em alguns casos, as taxas são alteradas anualmente.

Considerando o público alvo desta cartilha, é interessante fazer um recorte nas linhas de financiamento apresentadas pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), que financia projetos individuais ou coletivos, que gerem renda aos agricultores familiares e assentados da reforma agrária.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário, o “acesso ao Pronaf inicia-se na discussão da família sobre a necessidade do crédito, seja ele para o custeio da safra ou atividade agroindustrial, seja para o investimento em

máquinas, equipamentos ou infraestrutura de produção e serviços agropecuários ou não agropecuários.” (MDA, 2016)

Após definição do que se deseja financiar, “a família deve procurar o sindicato rural ou a empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), para obtenção da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), que será emitida segundo a renda anual e as atividades exploradas, direcionando o agricultor para as linhas específicas de crédito. Para os beneficiários da reforma agrária e do crédito fundiário, o agricultor deve procurar o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) ou a Unidade Técnica Estadual (UTE)” (MDA, 2016). Quando se trata das RESEX, o ICMBio é a instituição a ser procurada. Especificamente no estado do Amapá, o Conselho Nacional de Extrativistas (CNS) é o órgão emissor das DAPs para esse público.





Um problema recorrente e que dificulta o acesso ao financiamento é o fato de o agricultor não estar com o CPF regularizado nem livre de dívidas. Muitas vezes o agricultor já têm dívidas e precisa equacioná-las antes de acessar os recursos do Pronaf.

As principais linhas de crédito para a produção, que podem incluir um ou mais dos sistemas energéticos mencionados nesta cartilha, a são:

- Pronaf Custeio
- Pronaf Mais Alimentos - Investimento
- Pronaf Agroindústria
- Pronaf Agroecologia
- Pronaf Eco
- Pronaf Floresta
- Pronaf Semiárido
- Pronaf Mulher
- Pronaf Jovem
- Pronaf Custeio e Comercialização de Agroindústrias Familiares
- Pronaf Cota-Parte
- Microcrédito Rural

Os quadros a seguir apresentam as principais linhas de financiamento do Pronaf, que em geral são repassados por bancos públicos como o Banco do Nordeste, Banco do Brasil, dentre outros<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Maiores informações sobre o PRONAF são encontradas no endereço <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-creditorural/sobre-o-programa>



**Tabela 7 – Quadro-resumo I / Crédito do PRONAF 2016-2017.**  
 Fonte: MDA, 2017

| LINHA          | FINALIDADE / EMPREENDIMENTO                                                                                                                                                                                                                                                      | CONDIÇÕES                                                                                                                | TAXA DE JUROS    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| PRONAF CUSTEIO | Para financiamentos destinados ao cultivo de arroz, feijão, mandioca, feijão caupi, trigo, amendoim, alho, tomate, cebola, inhame, cará, batata-doce, batata inglesa, abacaxi, banana, açaí, pupunha, cacau, baru, castanha de caju, laranja, tangerina, azeitonas e ervas-mate. | Para uma ou mais operações de custeio que, somadas, atinjam o valor de até <b>R\$ 250 mil</b> por mutuário no ano-safra. | <b>2,5%</b>      |
|                | Para financiamentos de cultivos em sistemas de produção de base agroecológica ou em transição para sistemas de base agroecológica.                                                                                                                                               |                                                                                                                          |                  |
|                | Para o custeio pecuário destinado à apicultura, à bovinocultura de leite, à piscicultura, aos ovinos e aos caprinos.                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |                  |
|                | Custeio de milho.                                                                                                                                                                                                                                                                | Até <b>R\$ 20 mil</b> por mutuário em cada ano-safra.                                                                    | <b>2,5%</b>      |
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Nas operações acima de R\$ 20 mil até <b>R\$ 250 mil</b> por mutuário no ano-safra.                                      | <b>5,5%</b>      |
|                | Para as demais culturas, criações ou atividades.                                                                                                                                                                                                                                 | Para uma ou mais operações de custeio que, somadas, atinjam o valor de até <b>R\$ 250 mil</b> por mutuário no ano-safra. | <b>5,5% a.a.</b> |



A tabela acima apresenta dados resumidos da linha de crédito do **Pronaf Custeio**, voltada para o custeio de cultivo de diversos produtos, cultivo de base agroecológica, apicultura, piscicultura dentre outras atividades..

**Tabela 8 – Quadro-resumo II / Crédito do PRONAF 2016-2017**  
 Fonte: MDA, 2017

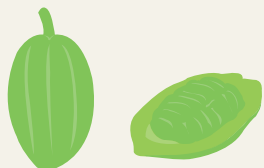
| LINHA                                   | FINALIDADE / EMPREENHIMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CONDIÇÕES                                                                                                                        | TAXA DE JUROS |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| PRONAF INVESTIMENTO<br>(MAIS ALIMENTOS) | I - adoção de práticas conservacionistas de uso, manejo e proteção dos recursos naturais, incluindo a correção da acidez e da fertilidade do solo e a aquisição, o transporte e a aplicação dos insumos para estas finalidades.<br><br>II - formação e recuperação de pastagens, capineiras e demais espécies forrageiras, produção e conservação de forragem, silagem e feno destinados à alimentação animal.<br><br>III - implantação, ampliação e reforma de infraestrutura de captação, armazenamento e distribuição de água, inclusive aquisição e instalação de reservatórios d'água, infraestrutura elétrica e equipamentos para a irrigação.<br><br>IV - aquisição e instalação de estruturas de cultivo protegido, inclusive os equipamentos de automação para esses cultivos.<br><br>V - construção de silos, ampliação e construção de armazéns destinados à guarda de grãos, frutas, tubérculos, bulbos, hortaliças e fibras, inclusive a construção e aquisição de câmaras frias.<br><br>VI - aquisição de tanques de resfriamento de leite e ordenhadeiras.<br><br>Para aquisição de animais para recria e engorda. | Até R\$ 165 mil.                                                                                                                 | 2,5% a.a.     |
|                                         | Para as demais empreendimentos e demais finalidades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Até R\$ 20 mil.                                                                                                                  |               |
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Até R\$ 330 mil para atividades de suinocultura, avicultura, aquicultura, carcinicultura (criação de crustáceos) e fruticultura. | 5,5% a.a.     |

A tabela acima apresenta dados resumidos da linha de crédito do **Pronaf Investimento** voltada para práticas conservacionistas de uso e manejo dos recursos naturais, infraestrutura de capacitação, armazenamento e distribuição de água, infraestrutura elétrica, aquisição de câmaras frias, dentre outras atividades listadas.



**Tabela 9 – Quadro-resumo III / Crédito do PRONAF 2016-2017.**  
 Fonte: MDA, 2017.

| LINHA                | FINALIDADE / EMPREENHIMENTO                                                                                                                                   | CONDIÇÕES                                                                                                                                                                                                                                           | TAXA DE JUROS    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| PRONAF AGROINDÚSTRIA | Investimento em atividades que agreguem renda à produção e aos serviços desenvolvidos pelos beneficiários do Pronaf.                                          | Individual até <b>R\$ 165 mil</b> .<br>Empreendimentos familiares rurais – até <b>R\$ 330 mil</b> .<br>Cooperativas – acima de <b>R\$ 1 milhão</b> até <b>R\$ 35 milhões</b> , observado o limite individual de até R\$ 45 mil por associado ativo. | <b>5,5% a.a.</b> |
| PRONAF FLORESTA      | Investimento para implantação de projetos de sistemas agroflorestais, exploração extrativista ecologicamente sustentável, plano de manejo e manejo florestal. | Até <b>R\$ 38,5 mil</b> .                                                                                                                                                                                                                           | <b>2,5% a.a.</b> |
| PRONAF SEMIÁRIDO     | Investimento em infraestrutura hídrica (50% do valor financiado) e demais infraestruturas de produção.                                                        | Até <b>R\$ 20 mil</b> .                                                                                                                                                                                                                             |                  |
| PRONAF JOVEM         | Investimento para atividades agropecuárias, turismo rural, artesanato e outras atividades no meio rural.                                                      | Até <b>R\$ 16,5 mil</b> , até três operações por mutúrio.                                                                                                                                                                                           |                  |



A tabela acima apresenta dados resumidos das linhas de crédito do **Pronaf Agroindústria**, voltadas para agregação de renda à produção e aos serviços; **Pronaf Floresta** para investimentos em projetos de sistemas agroflorestais, extrativismo sustentável, plano de manejo e manejo florestal; **Pronaf Semiárido** voltado para infraestrutura hídrica e produtiva; **Pronaf Jovem** financia atividade de turismo rural, artesanato e outras atividades no meio rural.

**Tabela 10 – Quadro-resumo IV / Crédito do PRONAF 2016-2017.**  
 Fonte: MDA, 2017

| LINHA                                   | FINALIDADE / EMPREENHIMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CONDIÇÕES                                                                                                                         | TAXA DE JUROS |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| PRONAF INVESTIMENTO<br>(MAIS ALIMENTOS) | I - adoção de práticas conservacionistas de uso, manejo e proteção dos recursos naturais, incluindo a correção da acidez e da fertilidade do solo e a aquisição, o transporte e a aplicação dos insumos para estas finalidades.<br><br>II - formação e recuperação de pastagens, capineiras e demais espécies forrageiras, produção e conservação de forragem, silagem e feno destinados à alimentação animal.<br><br>III - implantação, ampliação e reforma de infraestrutura de captação, armazenamento e distribuição de água, inclusive aquisição e instalação de reservatórios d'água, infraestrutura elétrica e equipamentos para a irrigação.<br><br>IV - aquisição e instalação de estruturas de cultivo protegido, inclusive os equipamentos de automação para esses cultivos.<br><br>V - construção de silos, ampliação e construção de armazéns destinados à guarda de grãos, frutas, tubérculos, bulbos, hortaliças e fibras, inclusive a construção e aquisição de câmaras frias.<br><br>VI - aquisição de tanques de resfriamento de leite e ordenhadeiras.<br><br>Para aquisição de animais para recria e engorda. | Até R\$ 165 mil.                                                                                                                  | 2,5% a.a.     |
|                                         | Para os demais empreendimentos e demais finalidades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Até R\$ 20 mil.                                                                                                                   |               |
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Até R\$ 330 mil para atividades de suinocultura, avicultura, ovinocultura, caprinocultura (criação de crustáceos) e fruticultura. | 5,5% a.a.     |

A tabela acima apresenta dados resumidos das linhas de crédito do Pronaf Custeio e Comercialização de Agroindústrias Familiares, que visa a Custeio do beneficiamento da industrialização e da comercialização da produção. O **Pronaf Cota-Parte** financia a integralização de cotas-partes. O **Pronaf Investimento para a Reforma Agrária** custeia a estruturação dos lotes da reforma; já o **Pronaf Custeio da Reforma Agrária**



financia custeio das atividades agropecuárias. O **Pronaf Microcrédito da Reforma Agrária** financia as atividades agropecuárias desenvolvidas no estabelecimento rural. Por fim, o **Pronaf Produtivo Orientado de Investimento** fornece capital para crédito rural com assessoria técnica para inovação tecnológica, sistemas agroflorestais, convivência com o bioma, sistema de base agroecológica ou orgânicos.



© Aurélio Souza



**Tabela 11** – Quadro-resumo V / Crédito do PRONAF 2016-2017.

Fonte: MDA, 2017

| LINHA               | FINALIDADE / EMPREENDIMENTO                                                                                                                                                                                                                              | CONDIÇÕES                               | TAXA DE JUROS |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| PRONAF AGROECOLOGIA | Investimento para implantação de sistemas de produção agroecológicos e/ou orgânicos.                                                                                                                                                                     | Até R\$ 165 mil.                        | 2,5% a.a.     |
| PRONAF ECO          | Investimento para aproveitamento hidroenergético, tecnologia de energia renovável, tecnologias ambientais, projetos de adequação ambiental, adequação ou regularização das unidades familiares à legislação ambiental, implantação de viveiros de mudas. | Até R\$ 165 mil.                        | 2,5% a.a.     |
|                     | Investimento em silvicultura.                                                                                                                                                                                                                            | Até R\$ 165 mil.                        | 5,5% a.a.     |
|                     | Investimento em Dendê (Pronaf Eco Dendê).                                                                                                                                                                                                                | Até R\$ 8,8 mil/ha.<br>Até R\$ 88 mil.  |               |
|                     | Investimento em Seringueira (Pronaf Eco Seringueira).                                                                                                                                                                                                    | Até R\$ 16,5 mil/ha.<br>Até R\$ 88 mil. |               |

A tabela acima apresenta dados resumidos das linhas de crédito do **Pronaf Agroecologia e Eco**. A linha **Agroecologia** é voltada para a implantação de sistemas de produção agroecológicos e/ou orgânicos; a linha **Eco** se aplica ao aproveitamento hidroenergético, à tecnologia de energia renovável, às tecnologias ambientais, aos projetos de adequação ambiental, à adequação ou à regularização das unidades familiares à legislação ambiental e à implantação de viveiros de mudas. Essa linha está em devida consonância com os produtos e sistemas energéticos apresentados nesta cartilha.



**Tabela 12** – Quadro-resumo VI / Crédito do PRONAF 2016-2017.  
Fonte: MDA, 2017

| LINHA                                    | FINALIDADE / EMPREENDIMENTO                                                                                                                         | CONDIÇÕES                                                                                                                                                         | TAXA DE JUROS                 |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| MICROCRÉDITO PRODUTIVO RURAL – GRUPO “B” | Com a metodologia do PNMP.                                                                                                                          | Investimento até <b>R\$ 4 mil</b> e bônus de adimplência de 25% para os primeiros R\$ 12 mil.                                                                     | <b>0,5% a.a.</b>              |
| MICROCRÉDITO PRODUTIVO RURAL – GRUPO “B” | Com a metodologia do PNMP em municípios localizados no semiárido na área de abrangência da Sudene – envolvendo projetos de convivência com o bioma. | Investimento até <b>R\$ 4 mil</b> e bônus de adimplência de 40% para os primeiros R\$ 12 mil.                                                                     |                               |
| MICROCRÉDITO PRODUTIVO RURAL – GRUPO “B” | Microcrédito rural sem a metodologia do PNMP.                                                                                                       | Investimento até <b>R\$ 2,5 mil</b> e bônus de adimplência de 25% para os primeiros R\$7,5 mil.                                                                   |                               |
| PRONAF MULHER DO GRUPO “B”               | Nas condições da linha Microcrédito Produtivo Rural – Grupo “B”.                                                                                    | Sem metodologia até <b>R\$ 2,5 mil</b> , com metodologia até <b>R\$ 4 mil</b> .                                                                                   | <b>2,5% a.a. ou 5,5% a.a.</b> |
| PRONAF MULHER INVESTIMENTO               | Nas condições da linha Pronaf Investimento (Pronaf Mais Alimentos).                                                                                 | Até <b>R\$ 165 mil</b> ou até <b>R\$ 330 mil</b> para atividades de suinocultura, avicultura, aquicultura, carcinicultura (criação de crustáceos) e fruticultura. |                               |

A tabela acima apresenta dados resumidos das linhas de microcrédito para diversas modalidades, com e sem considerar a metodologia do Programa Nacional de Microcrédito Produtivo Orientado (PNMPO), conforme Lei nº 11.110, de 25 de abril de 2016, além de apresentar linhas específicas voltadas para a mulher. <sup>9</sup>

<sup>9</sup> O Anexo 1 apresenta uma lista adicional de linhas de crédito que financiam sistemas e soluções de energia renovável voltadas para produção rural e construção sustentável. A lista não é final, mas apresenta informações sobre tipos de investimento, carências, taxas de juros e informações adicionais que podem ajudar. De qualquer sorte, as taxas de juros e condições de financiamento são alteradas periodicamente e precisam ser revistas a cada novo financiamento solicitado.



## 5. CONCLUSÃO







## CONCLUSÃO

O uso de energia renovável no meio urbano e rural é fundamental para a manutenção dos ecossistemas globais e a redução das mudanças climáticas associadas à geração de energia para usos residenciais ou produtivos.

Os centros urbanos são grandes consumidores de energia, que é utilizada amplamente para a manutenção do estilo de “vida na cidade”, conforme conhecemos hoje. No meio rural, o uso da energia tem um grande impacto na produção, no processamento e na conservação de alimentos, além da melhoria da qualidade de vida de populações tradicionais que vivem de forma isolada e distantes dos centros urbanos. Populações que vivem em regiões remotas, em geral, são desprovidas de energia moderna e limpa, fazendo normalmente uso de combustíveis fósseis para cocção, iluminação e produção.

Em todo o território brasileiro, é possível identificar diversas fontes de energia limpa e renovável. Em particular, existe uma abundante disponibilidade de energia solar que poder ser utilizada para fins de geração de energia elétrica (fotovoltaica) ou para secar produtos alimentícios por meio do calor.

Esta cartilha apresentou usos típicos de energia renovável, principalmente a solar, por ser a fonte largamente disponível no meio rural e em comunidades remotas e isoladas, tais quais as comunidades tradicionais existentes nas RESEX amazônicas e outras regiões do Brasil.

O uso de sistemas energéticos e equipamentos que são acionados por tais sistemas (geladeiras, bombas d’água, secadores, lâmpadas etc) é fundamental para a melhoria da qualidade de vida, a manutenção do homem no campo, o aumento de produtividade, a conservação do meio ambiente, o aumento de resiliência e a mitigação de impactos ambientais e mudanças climáticas, além de muitos outros serviços e benefícios para a humanidade.

A maioria dos sistemas energéticos, dos equipamentos e dos produtos apresentados nesta cartilha é encontrada no varejo e comercializada pela internet, em lojas presentes nos principais centros urbanos ou por meio de representantes comerciais. Os sistemas mais simples são normalmente apresentados em kits e, portanto, de fácil aquisição. Já projetos mais complexos, com maior demanda de energia e complexidade operacional, requerem maior interação de agentes de mercado, visando correto dimensionamento, projeto, fornecimento, instalação e apoio na operação e na manutenção.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. *World Energy Outlook*. Disponível em: <<http://www.iea.org/topics/energypoverity/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BANCO DA AMAZÔNIA. *Dados do Fundo de Desenvolvimento da Amazônia*. Disponível em: <<http://www.bancoamazonia.com.br/index.php/financiamentos/fundo-de-desenvolvimento-da-amazonia>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. *Dados do FNO – Giro Isolado*. Disponível em: <<http://www.bancoamazonia.com.br/index.php/financiamentos/empresarial-fno/empresarial-fno-giro-isolado>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

BANCO DO BRASIL. *Dados do FCO Rural Investimento*. Disponível em: <[http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/fco-rural-investimento#](http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/fco-rural-investimento#/)>. Acesso em: 25 nov. 2016.

BANCO MUNDIAL. *SE4ALL Global Tracking Framework*. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/Global-Tracking-Framework-Report>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Dados do Programa Inovagro*. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/inovagro>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. *Dados do programa Pronamp*. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronamp-investimento>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Dados do programa Pronaf*. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-creditorural/sobre-o-programa>>. Acesso em: 19 jan. 2017.



DADOS DA GELADEIRA SOLAR. Disponível em: <<http://www.elber.ind.br/produtos/categoria/geladeiras-para-energia-solar-6>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

INSTITUTO DE ENERGIA SOLAR / MADRID; INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE - IEE / USP; ASSOCIAÇÃO TICHKA. *Boas Práticas na Implantação de Sistemas de Bombeamento Fotovoltaico*. São Paulo: IEE/USP, 2005.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. *Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva*. São Paulo: IPT, 2015.

LECOQUE, David (ARE), WIEMANN, Marcus (ARE). *The Productive Use of Renewable Energy in Africa*. Disponível em: <[https://www.ruralelec.org/sites/default/files/productive\\_use\\_of\\_energy\\_final\\_web\\_o.pdf](https://www.ruralelec.org/sites/default/files/productive_use_of_energy_final_web_o.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2016.

OLK, Harald; MUNDT, Juliane. *Photovoltaics for Productive Use Applications: A Catalogue of DC-Appliances*, Berlin, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2016.

ORTUS ENGENHARIA. *Linhas de Crédito para Sistemas Fotovoltaicos*. Disponível em: <<http://www.ortusengenharia.com.br/single-post/2016/08/05/Linhas-de-Cr%C3%A9dito-para-Sistemas-Fotovoltaicos>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

PORTAL DO AMAZONAS. *Sol produz gelo na Amazônia: energia solar é usada para conservar alimentos*. Disponível em: <<http://portaldoamazonas.com/sol-produz-gelo-na-amazonia-energia-solar-e-usada-para-conservar-alimentos>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. *Informação para Construção de Sistema de Captação de Água*. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/index.html>>. Acesso em: 30 nov. 2016.



## ANEXO

### Lista complementar de linhas de crédito para produtos e serviços sustentáveis

#### a) BB - Linha Material de Construção

- Tipo: pessoa física
- Prazo: 54 meses, com 6 meses de carência
- Taxa de juros: 1,53% a.m.

#### b) BB - Proger Urbano Empresarial

- Tipo: pessoa jurídica
- Prazo: 72 meses, com 12 meses de carência
- Taxa de juros: TJLP + 4,5% a.a.
- Crédito disponível para empresas que faturam até R\$ 10 milhões por ano
- O valor máximo de financiamento é de R\$ 1 milhão
- Com essa linha, é possível financiar até 80% do projeto
- 20% do valor do financiamento pode ser utilizado como capital de giro
- Isenção de IOF

#### c) BB - Proger Turismo Investimento

- Tipo: pessoa jurídica
- Prazo: 120 meses, com 30 meses de carência
- Taxa de juros: TJLP + 4,5% a.a.

- Crédito disponível para empresas do segmento de turismo que faturam até R\$ 10 milhões por ano
- O valor máximo de financiamento é de R\$ 1 milhão
- Com essa linha, é possível financiar até 90% do projeto
- Isenção de IOF

#### d) Caixa Econômica Federal – Construcard

- Tipo: pessoa física
- Prazo: 240 meses, com 6 meses de carência
- Taxa de juros: 2% a.m.

#### e) Caixa Econômica Federal - Linha PROGER

##### Investgiro

- Tipo: pessoa jurídica
- Prazo: 60 meses, com 12 meses de carência
- Taxa de juros: TJLP + 4,5% a.a.
- Crédito disponível para empresas que faturam até R\$ 7,5 milhões por ano
- O valor máximo de financiamento é de R\$ 600 mil

#### f) Caixa Econômica Federal - Linha BCD (Bens de Consumo Duráveis)

- Tipo: pessoa jurídica
- Prazo: 60 meses, com 6 meses de carência
- Taxa de juros: TJLP + 1,90% a.m.
- Com essa linha, é possível financiar até 100% do projeto



**g) BNDES - Linha Micro, Pequena e Médias Empresas**

- Tipo: pessoa jurídica
- Prazo: 12 meses, com 6 meses de carência
- Taxa de juros: TJLP + (1,5% a 3%) a.a.
- Crédito disponível para empresas que faturam até R\$ 90 milhões por ano
- O valor máximo de financiamento é de R\$ 300 mil
- Com essa linha, é possível financiar até 80% do projeto

**h) BNDES – FINAME**

- Tipo: pessoa jurídica
- Prazo: 60 meses, com 3 a 6 meses de carência
- Taxa de juros: 1,26% a.m.
- Com essa linha, é possível financiar até 80% do projeto

**i) BNDES – FINAM Energia**

- Tipo: pessoa jurídica
- Prazo: 16 a 20 anos
- Taxa de juros: TJLP + (1,5% à 4,18%) a.a.
- O valor mínimo de financiamento é de R\$ 20 milhões
- Com essa linha, é possível financiar até 90% do projeto

**j) BNDES - Fundo Clima - Energias Renováveis**

Tipo: pessoa jurídica

- Prazo: 16 anos, com 6 meses de carência
- Taxa de juros: 5% a.a.
- O valor mínimo de financiamento é de R\$ 3 milhões
- Com essa linha, é possível financiar até 90% do projeto

**k) BRDE - Projetos de Eficiência Energética e Energias Renováveis de Empresas, Cooperativas e Produtores Rurais (somente para Região Sul)**

- Tipo: pessoa jurídica e agricultores
- Prazo: 8 a 20 anos
- Taxa de juros: TJLP + 6% a.a.

**l) Santander - CDC Eficiência Energética de Equipamentos**

- Tipo: pessoa física e jurídica
- Prazo: 60 meses
- Taxa de juros: 1,5% a.m.

**m) Banco da Amazônia - FDA**

- Tipo: pessoa jurídica e agricultores
- Prazo: até 12 anos
- Taxa de juros: TJLP + 3,15% a.a.
- Com essa linha é possível financiar até 60-80% do projeto

**n) Banco da Amazônia - FNO**

- Tipo: agroindústria, indústria, comércio, pessoa jurídica.
- Prazo: 24 meses com 6 meses de carência
- Taxa de juros: não informado
- Com essa linha é possível financiar até 100% do valor

**o) BNDES - Pronamp**

- Tipo: produtor rural
- Prazo: 8 anos com 3 anos de carência
- Taxa de juros: 8,5% a.a
- Com essa linha é possível financiar até 100% do projeto

**p) BNDES – Inovagro**

- Tipo: produtor rural
- Prazo: 10 anos com 3 anos de carência
- Taxa de juros: 8,5% a.a
- Com essa linha é possível financiar até 100% do projeto
- Até 1,1 milhão por cliente

**q) BNDES – Moderagro**

- Tipo: produtor rural
- Prazo: 10 anos com 3 anos de carência
- Taxa de juros: 9,5% a.a
- Com essa linha é possível financiar até 100% do projeto
- Até R\$ 880 milhão por cliente

**r) Banco do Nordeste<sup>10</sup>**

- (i) Diretrizes da política do Banco do Nordeste de apoio à Agricultura Familiar
- O tratamento prioritário e diferenciado dispensado pelo Banco do Nordeste aos agricultores familiares compreende as seguintes diretrizes:
- Utilização do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE como principal fonte financiadora;
- Adoção da metodologia de microcrédito produtivo

orientado para o Pronaf, por meio do Programa Agroamigo;

- Incentivo a atividades não agrícolas no meio rural;
- Estímulo a atividades com maior valor agregado;
- Apoio à estruturação de cadeias produtivas;
- Fortalecimento das parcerias para viabilizar assistência técnica e capacitação;
- Incentivo à utilização de tecnologia de convivência com a seca;
- Apoio à equidade de gênero com incentivo à participação das mulheres em empreendimentos rurais;
- Incentivo à produção agroecológica, com eventos de capacitação e distribuição de material informativo, contribuindo para a disseminação de uma postura de negócios inclusivos.

**(s) Crediamigo**

O Crediamigo é o maior Programa de Microcrédito Produtivo Orientado da América do Sul, que facilita o acesso ao crédito a milhares de empreendedores pertencentes aos setores informal ou formal da economia (microempresas, enquadradas como Microempreendedor Individual, Empresário Individual, Autônomo ou Sociedade Empresária).

O Crediamigo faz parte do Crescer - Programa Nacional de Microcrédito do Governo Federal - uma das estratégias do Plano Brasil Sem Miséria para estimular a inclusão produtiva da população extremamente pobre.

<sup>10</sup> Informação obtida em: <http://www.bnb.gov.br>







# USOS DE SISTEMAS ENERGÉTICOS COM FONTES RENOVÁVEIS EM REGIÕES ISOLADAS

ESTA PUBLICAÇÃO TEM O APOIO DO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ E DO CONSELHO NACIONAL DE POPULAÇÕES EXTRATIVISTAS.

Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá



100%  
RECICLADO



1,2 BILHÕES

de pessoas não têm acesso à energia limpa e moderna

2 MILHÕES

de brasileiros na Amazônia Legal ainda utilizam fontes de energia suja para atender às suas necessidades básicas

1 KW

é o tamanho de um sistema para bombeamento de água com energia solar fotovoltaica capaz de substituir o trabalho braçal de 60 mulheres por dia

2,5%

é a taxa média anual de juros para financiamentos pelo Pronaf que podem ser usados para aquisição de sistemas de energia limpa para agricultores e extrativistas



Por que estamos aqui

Parar a degradação do meio ambiente no Planeta e construir um futuro no qual os seres humanos vivam em harmonia com a natureza

[www.panda.org/amazon](http://www.panda.org/amazon)

© 1986 Símbolo Panda WWF

® "WWF" é uma marca registrada da rede WWF

BR

WWF.ORG.BR