

# ENERGIA SOLAR POTENCIALIZA PRODUÇÃO EXTRATIVISTA NA AMAZÔNIA

**Alessandra da Mota Mathyas** – [alessandramathyas@wwf.org.br](mailto:alessandramathyas@wwf.org.br)

Fundo Mundial para a Natureza - WWF-Brasil

**Aurélio Andrade Souza** – [aurelio@iee.usp.br](mailto:aurelio@iee.usp.br)

Universidade de São Paulo – Instituto de Energia e Ambiente<sup>1</sup>

**Maurício Andrés Rodríguez Cassares** - [mauricio@usp.br](mailto:mauricio@usp.br)

Universidade de São Paulo – Instituto de Energia e Ambiente<sup>2</sup>

**Resumo.** São muitos os produtos extrativistas da Amazônia que cada vez ganham mais valor no país e no exterior. E muitas também são as comunidades extrativistas que têm autorização para explorar a floresta de forma sustentável. Essas populações vivem em Reservas Extrativistas - RESEX-. Este artigo apresenta a experiência de um projeto de campo desenvolvido pelo Fundo Mundial para a Natureza - WWF-Brasil, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio -, com apoio técnico da empresa de engenharia USINAZUL e pesquisadores da Universidade de São Paulo -USP- usando energia solar fotovoltaica como apoio à produção extrativista em unidades de conservação. Pretende-se mostrar o potencial de uso de energia solar para suprir demanda por energia elétrica da população isolada residente nas RESEX brasileiras, para fortalecer e ampliar a produção extrativista mantendo a integridade da floresta. A ideia é, tendo uma reserva modelo em diversificação extrativista com energia limpa, contribuir para uma proposta de política pública estruturante que, nesta iniciativa, está sendo chamada de Programa Nacional de Reservas Extrativistas Produtoras de Energia Limpa.

**Palavras-chave:** Energia solar fotovoltaica, extrativismo, eletrificação rural na Amazônia

## 1. INTRODUÇÃO

O Programa de Universalização do Acesso à Energia - Luz pra Todos - é considerado exitoso visto que, depois de 17 anos de sua criação, registra quase 99% da população com acesso à eletricidade, conforme dados do Ministério de Minas e Energia. No entanto, de uma população de 207 milhões, 1% excluída eletricamente soma mais de 2 milhões de brasileiros, número muito significativo para não se buscar todas as alternativas possíveis para erradicar a exclusão elétrica.

Como boa parte dessa população vive em áreas de proteção, é necessário propor e desenvolver ações que tragam renda e diversidade econômica. Ao longo dos anos muitas tentativas vêm sendo feitas de forma pontual, mostrando a necessidade de ações de Estado estruturantes e acesso a crédito. Assim, desde 2016, o WWF-Brasil e o ICMBio desenvolvem o projeto RESEX Produtoras de Energia Limpa.

O objetivo é desenvolver um sistema alternativo de desenvolvimento regional, utilizando reservas extrativistas como áreas piloto de acesso à energia renovável em apoio às cadeias produtivas e à sociobiodiversidade. A proposta é uma iniciativa de, sistematicamente, erradicar a exclusão elétrica que ainda existe na Amazônia e propor um modelo econômico local, melhorar o extrativismo, reduzindo o uso do combustível fóssil e avançando no empoderamento político e técnico das comunidades.

## 2. O DESAFIO

As RESEX são um modelo genuinamente brasileiro de áreas protegidas, resultado das lutas dos movimentos das comunidades extrativistas da Amazônia por direitos de terra, principalmente seringueiros nas décadas de 70 e 80. Atualmente, existem 90 RESEX e 36 Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) no país. No Bioma Amazônia há 68, com uma população de aproximadamente 700.000 pessoas. As populações tradicionais da Amazônia que vivem nessas áreas enfrentam um difícil dilema: como garantir sua sobrevivência com qualidade digna de vida e renda com base em produção sustentável, preservando a floresta que está constantemente ameaçada pela construção de grandes projetos de infraestrutura e mineração? Além disso, grande parte das comunidades ainda não têm acesso à energia e usam principalmente geradores a diesel ou gasolina com altos custos sociais, ambientais e econômicos.

As RESEX têm potencial econômico e por essa razão elas são muitas vezes foco de conflitos e tensões. Portanto, há a intervenção do governo federal, através do ICMBio em todas as ações desenvolvidas nessas unidades. O

<sup>1</sup> Pesquisador no Laboratório de Sistemas Fotovoltaico (LSF)

<sup>2</sup> idem

desafio das populações tradicionais e das comunidades ribeirinhas que vivem nas RESEX é diversificar a produção extrativista sem deteriorar a saúde da floresta. Especificamente, as RESEX Ituxi e Médio Purus estão localizadas em um dos municípios com a maior taxa de desmatamento no estado do Amazonas: Lábrea, fronteira com Rondônia e Acre e ponto final da Transamazônica (BR 230). Daí a necessidade de suporte de infraestrutura e serviços energéticos para que os extrativistas possam fazer valer a pena viver o que a floresta e o rio os oferecem, sem cortar uma única árvore. Sem eletricidade, o desafio torna-se ainda mais difícil.

Existem mais de 100 comunidades presentes nas duas reservas onde ocorre o projeto, totalizando cerca de 6.000 pessoas. Destas, apenas duas comunidades têm acesso à energia através da rede de distribuição da concessionária estadual. Os outros usam geradores a diesel ou gasolina, a um preço médio de R\$ 5,00 por litro (podendo chegar a R\$ 7,00 por litro). Funcionando apenas três horas por dia, um gerador consome em média R\$ 450 por mês, o que inviabiliza a utilização de eletricidade para fins de produção. Nestas RESEX, segundo estudo desenvolvido pela Universidade de Viçosa em parceria com o ICMBio, 63% dos moradores têm renda per capita de R\$ 465,00 (ICMBio e UFV, 2015).

Juntas, as RESEX Ituxi e Médio Purus têm o potencial de produzir anualmente de forma sustentável mais de 50 toneladas de Pirarucú, peixe de grande importância na geração de renda e economia da região. Mas, por diversos fatores, sendo o principal deles a falta de energia para refrigeração, conservação e posteriormente transporte, na RESEX Médio Purus em 2016, apenas três toneladas de Pirarucú foram de fato manejados (pescados), conforme reportado pela associação extrativista local (ICMBio, 2017), (Tomasi, 2016). No auge de temporada de pesca do Pirarucú, a diária de um barco refrigerado ultrapassa os R\$ 600,00, e pela lei da oferta e demanda, o custo do gelo comprado pelos comunitários para levar e conservar suprimentos na reserva aumenta consideravelmente.

As reservas estão autorizadas a coletar e beneficiar açaí, castanha, borracha, óleos vegetais, várias frutas regionais e outros peixes (Tomasi, 2016), mas não o fazem por vários motivos, mas um destes motivos é exatamente por falta de energia. As duas reservas também não possuem sistemas de água potável para usos diários e produtivos, o que faz com que a diarreia seja uma das principais ocorrências por serviços saúde pública na região (ICMBio e UFV, 2015).

Nesse contexto, especificamente sobre o uso de eletricidade nas RESEX, há importantes desafios a serem superados. Deixar de depender de combustível fóssil (ou inflamável, como chamam na região) é a grande motivação dessas populações. Mas, para isso, é preciso um amplo trabalho de conscientização sobre os benefícios do uso da geração de energia solar fotovoltaica, do conhecimento de eficiência energética, assim como a organização das cadeias produtivas com energia limpa e o desbloqueio de financiamento para as populações extrativistas para adquirir seus sistemas elétricos renováveis a custos competitivos.

### 3. A SOLUÇÃO RENOVÁVEL

O trabalho reportado aqui iniciou com encontros com público alvo a ser envolvido: gestores do ICMBio, Ministérios do Meio Ambiente, de Minas e Energia, de Agricultura, Secretaria de Meio Ambiente do estado do Amazonas e com Conselho Nacional de Populações Tradicionais (CNS), dentre outros agentes locais e regionais. Nestas reuniões foram apresentados os possíveis usos da energia solar fotovoltaica e da eficiência energética no contexto de um RESEX: incluindo iluminação, bombeamento e filtragem de água, refrigeração, polimento, moagem e secagem de alimentos. Enfatizou-se a importância de usar espaços coletivos como centros comunitários e escolas para otimizar os custos de infraestrutura e alcançar o maior número de beneficiados pela produção extrativista e o uso comunitário.

Após três encontros com os residentes das duas reservas foram definidos em quais locais seriam instalados os primeiros sistemas e para quais usos. Assim, para a RESEX Ituxi foi definido que a prioridade da comunidade seria a produção de energia para o uso em sistemas de refrigeração, bombeamento de água de poço e despolpagem de frutas. Na RESEX Médio Purus, a opção priorizada foi bombeamento de água do rio e energia para iluminação e eletrificação de duas escolas, as quais passariam a ter equipamentos eletrônicos capazes de fornecer acesso a cursos técnicos remotos, como por exemplo, curso de produção. Com base nessa demanda inicial, foi feita uma cartilha de orientação com os principais usos da energia solar fotovoltaica para comunidades isoladas, além de orientar sobre outras fontes renováveis possíveis, além de frisar a importância da eficiência energética. Com uma circulação de 5.000 exemplares, a publicação foi distribuída para extrativistas amazônicos e pode ser baixada no site da WWF - Brasil.<sup>3</sup>

O passo seguinte, em parceria com o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), de Tefé / AM<sup>4</sup> e supervisionado pela empresa de consultoria técnica USINAZUL<sup>5</sup>, foi uma capacitação de 40 horas, denominada “Curso de Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica para Qualidade de Vida e Produção Sustentável”. As 23 pessoas treinadas foram residentes das RESEX, funcionários da Prefeitura de Lábrea e estudantes da Universidade Estadual do Amazonas (UEA), campus de Lábrea. A conclusão deste curso foi um exercício prático com a instalação do 1º sistema fotovoltaico de 1 kWp (1000 watts-pico) na Escola da Comunidade de Cassianã. Lá vivem 35 famílias e a escola tem 60

<sup>3</sup> Publicação disponível em:

[https://d3nehc6y19qzo4.cloudfront.net/downloads/cartilha\\_usos\\_de\\_sistemas\\_completa\\_2.pdf](https://d3nehc6y19qzo4.cloudfront.net/downloads/cartilha_usos_de_sistemas_completa_2.pdf)

<sup>4</sup> [www.mamiraua.org.br](http://www.mamiraua.org.br)

<sup>5</sup> [www.usinazul.com.br](http://www.usinazul.com.br)

alunos. O projeto seguiu, e dois meses depois, foram instalados outros quatro sistemas, conforme as descrições anteriores (bombeamento de água, escola, despoldadeira de açaí e sistema de refrigeração (freezer)).

Em junho de 2017, o Ministério de Minas e Energia emitiu um aviso de doação de equipamentos, via “Leilão de Desfazimento” que não estavam mais em operação. Tais equipamentos foram inicialmente instalados no âmbito do extinto Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), antecessor do Programa Luz para Todos, que atualmente é o programa de eletrificação rural no Brasil implementado pelas concessionárias de energia com recursos da ELETROBRÁS.

A expansão do programa RESEX Produtoras de Energia Limpa demandará o apoio contínuo de instituições dos setores públicos e privados, visando ultrapassar a barreira do investimento inicial nos equipamentos, além de ser uma mudança cultura expressiva para comunidades isoladas dependentes do consumo de Diesel. Neste sentido, o WWF participou do leilão com uma proposta para instalar os equipamentos fotovoltaicos na RESEX Médio Purus para usos coletivos e produtivos. Na ocasião a instituição foi contemplada com a doação de cerca de 300 módulos fotovoltaicos, a maioria com potência de 120 Wp cada, que totalizaram uma potência de 36 kWp. Além dos módulos fotovoltaicos, também foram doados 22 inversores com capacidade entre 400W e 1000 W de potência e 48 controladores de carga de 30 A, 20 A e 10 A. Apesar da idade avançada dos equipamentos, um dos sistemas instalados em setembro de 2017 utilizou parte dos equipamentos e está funcionando bem até o momento, o que evidencia a durabilidade da tecnologia solar fotovoltaica já que se tratam de equipamentos sem uso e armazenados por quase duas décadas. Os equipamentos foram doados para associações de moradores locais, e atualmente estão armazenados na sede do ICMBio em Lábrea.

### 3.1. Soluções tecnológicas para as RESEX

O dimensionamento dos sistemas para uso coletivo e produtivo foi desenvolvido pelo WWF com o suporte técnico da empresa USINAZUL e pesquisadores da USP. Foram projetados quatro sistemas que receberam os nomes de (i) Kit Escola, (ii) Kit Uso Produtivo, (iii) Kit Bombeamento e (iv) Kit *Freezer*. Esses sistemas foram dimensionados utilizando o método do mês crítico (GTES, 2014), o qual considera a pior situação de irradiação diária média mensal.

O método utiliza a Eq.1 para calcular a energia ( $L$ ) que deve ser armazenada em um banco de baterias ( $BB$ ) para suprir a energia em corrente alternada ( $L_{c.a.}$ ) e/ou a energia em corrente contínua ( $L_{c.c.}$ ) das carga elétrica a serem atendidas pelo sistema por dia. Para isso a equação considera a eficiência das baterias ( $\eta_{bat}$ ) e a eficiência do inversor ( $\eta_{inv}$ ).

A Eq.2 é utilizada para calcular a capacidade do BB (em Ah) necessário para armazenar  $L$  levando em consideração o número de dia de autonomia ( $N$ ) desejado, a profundidade máxima de descarga ( $P_{dmax}$ ) e a tensão de operação do BB ( $V_{BB}$ ).

E, por último, o método usa a Eq. 3 para calcular a potência do gerador fotovoltaico ( $P_{GFV}$ ) necessária para geral  $L$  considerando o número de horas de sol plano ( $HSL$ ) equivalente ao valor da irradiação diária média mensal do pior mês do ano do local onde será instalado o sistema.

Os Kits foram dimensionados utilizando os seguintes valores:  $HSP=4$ ;  $N=2$ ;  $V_{BB}=24$  V;  $P_{dmax}=50\%$ ;  $\eta_{bat}=85\%$ ;  $\eta_{inv}=80\%$ .

$$L = \frac{L_{c.c.}}{\eta_{bat}} + \frac{L_{c.a.}}{\eta_{bat} * \eta_{inv}} \quad (1)$$

$$CB(Ah) = \frac{L}{V_{BB} * P_{dmax}} * N \quad (2)$$

$$P_{GFV} = 1,25 * \frac{L}{HSP} \quad (3)$$

O Kit Escola foi projetado para que as escolas pudessem alimentar toda a demanda de energia para aulas noturnas e sistemas de educação a distância via satélite. O detalhamento tanto dos possíveis equipamentos e cargas quanto seu perfil de consumo estão detalhados na Tab.1. Assim, o kit proposto é um sistema fotovoltaico de no mínimo 1 kWp, com um BB de 440Ah conectadas em 24Vc.c., desse modo o sistema tem a capacidade de fornecer aproximadamente 2,2 kWh por dia tendo uma autonomia dois dias.

A Fig. 1 apresenta o digrama unifilar projetado para o Kit Escola instalado na Escola Cassianã, município de Lábrea, e a Fig. 2 apresenta uma foto desse kit já instalado (como parte do treinamento realizado), e a Fig.3 apresenta uma foto da fachada da escola onde pode-se observar o gerador fotovoltaico instalado no telhado.

Importante frisar que os módulos fotovoltaicos desta primeira instalação foram doados pela empresa JA Solar, fabricante de módulos chinesa com presença no Brasil há pouco mais de 2 anos. De modo que a configuração do gerador fotovoltaico foi levemente alterada para acomodar os módulos doados (14 módulos fotovoltaicos com potência entre 270 Wp (60 células) e 340Wp (72 células). Assim, foram adotados módulos fotovoltaicos que fornecessem as condições mínimas de geração de energia demandada pela carga, de modo que foram adotados módulos e 335 Wp neste caso.

Tabela 1 – Estimativa da demanda de energia elétrica c.a. para a escola.

Carga	Quant.	Potência c.a. (W)	Potência c.a. total (W)	Horas de utilização por dia (h)	Dias de utilização por semana (dias)	Consumo c.a. diário (Wh/dia)
Lâmpada Led 12 W	5	12	60	6	6	308,60
Televisor	1	100	100	5	6	428,60
Modem de Internet	1	10	10	8	6	68,60
Computador	1	60	60	8	6	411,40
Ventilador	1	100	100	8	6	685,70
Antena parabólica	1	30	30	8	6	205,70
		<b>Total Potência</b>	<b>360</b>		<b>Total consumo</b>	<b>2.108,60</b>

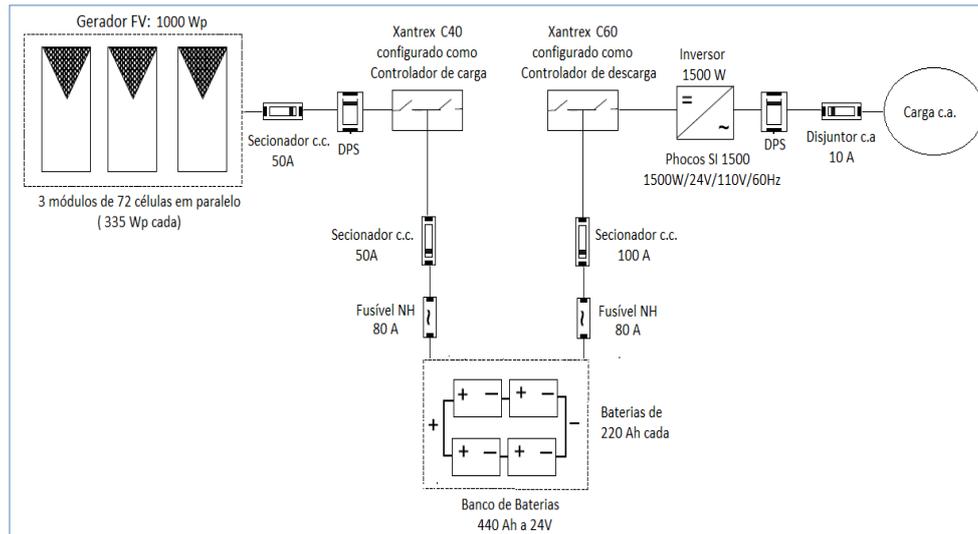


Figura 1 – Diagrama unifilar do Kit Escola e Kit Uso Produtivo.



Figura 2 – Kit Escola instalado na Escola Cassianã, município de Lábrea.



Figura 3 – Pannel solar instalado na Escola Cassianã, município de Lábrea.

O Kit Uso Produtivo foi projetado para apoiar atividades de despolpagem de frutas, como o açaí, cupuaçu, cacau, entre outras. Este kit foi dimensionado para fornecer energia suficiente para o uso de uma despolpadeira de motor elétrico de 1/2 CV por 5 a 6 horas por dia. As despolpeiras dessa potência possuem capacidade de 10 a 20 litros, dependendo do modelo e da eficiência do motor escolhido na hora da compra.

A potência dos Kit Uso Produtivo e do Kit Escola coincidiram na demanda de energia que devem fornecer. Devido a essa coincidência as suas configurações são similares, assim a Fig. 1 também representa o diagrama unifilar do Kit Uso Produtivo.

Para refrigeração, foi projetado o Kit *Freezer*, que utiliza um *freezer* em corrente contínua (c.c.) de 240 litros de capacidade que consegue operar com temperaturas na faixa de  $-16^{\circ}\text{C}$  a  $6^{\circ}\text{C}$  (16 graus Célsius negativo a seis graus Célsius positivo) utilizando um gerador fotovoltaico com capacidade aproximada de 250 Wp. No kit Freezer foi incluído um BB de 110 Ah em 24 Vc.c., para garantir a operação 24 horas por dia e uma autonomia de 2 a 3 dias. O diagrama unifilar desse kit é apresentado na Fig. 4. O consumo médio do *freezer* (informado pelo fabricante, em temperatura ambiente de  $25^{\circ}\text{C}$ ) na função congelamento ( $-16^{\circ}\text{C}$ ) é de 552 Wh/dia, já na função refrigeração ( $6^{\circ}\text{C}$ ), o consumo é de 218 Wh/dia. Porém, a região norte do país apresenta temperaturas médias elevadas, e este fato por si só, irá demandar maior consumo de energia elétrica em função da operação diária (abre e fecha do *freezer*). Essa situação foi prevista no dimensionamento do kit de modo a compensar a energia extra demandada.

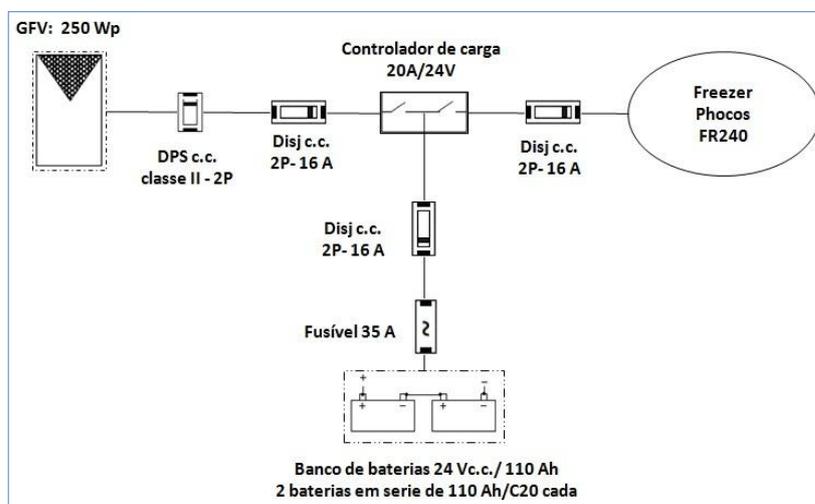


Figura 4 – Diagrama unifilar do Kit Freezer.

Para o Kit Bombeamento se optou pelo uso de uma bomba de água c.c. submersível capaz de bombear água a uma altura manométrica de até 70 metros com vazão de 30 L/h. Este tipo de bomba é de fácil instalação uma vez que não precisa de *driver* de acondicionamento de potência entre o gerador fotovoltaico e a bomba, ou seja, a bomba se acopla diretamente no módulo fotovoltaico. O diagrama unifilar desse kit é apresentado na Fig. 5. Além do módulo fotovoltaico e bomba d'água, foram utilizados componentes de segurança, conforme visto no diagrama.

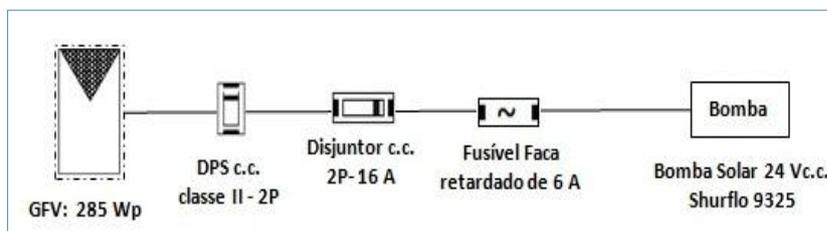


Figura 5 – Diagrama unifilar do Kit Bombeamento.

Um dos kits de bombeamento foi instalado em flutuante, conforme visto na Fig. 6. Este flutuante funcionará também como uma casa de farinha. A água bombeada para caixa d'água que fica atrás das casas vistas acima do barranco, será utilizada para as famílias e para os usos produtivos da farinha e outros produtos. Na foto pode-se observar o gerador fotovoltaico instalado no telhado.



Figura 6 – Kit bombeamento instalado em uma casa de farinha (em construção).

Um fato bem característico desta região, é que o nível do rio varia entre 15 e 18 metros entre as estações (inverno-verão), que ocorre anualmente, e define a dinâmica das populações tradicionais da Amazônia. Nesta foto é possível perceber o nível do rio no seu ponto mais baixo, ou seja, no ponto de maior altura manométrica para o sistema de bombeamento. No período de cheia do rio (aproximadamente entre meses de dezembro e abril), o nível do rio sobe e a casa de farinha (flutuante) se aproxima do nível das casas vistas na foto, momento que ocorre a menor altura manométrica e maior bombeamento de água.

Para um sistema de bombeamento de água, por exemplo, o custo médio atual é de R\$ 7.000,00, podendo bombear mais de 5.000 litros de água por dia para uma comunidade, otimizando o tempo dos moradores que não precisarão buscar água em latas para seu consumo (transportar água para uma família rural consome cerca de 6 horas de trabalho entre coleta e transporte em balde (IES-UPM *et al*, 2005)), que é um trabalho realizado tipicamente por mulheres e crianças. Sem o sistema solar, a comunidade da Volta do Bucho da RESEX Ituxi, por exemplo, gastaria em média 3 litros de gasolina para bombear água por 2 horas por dia, equivalendo a um custo mensal de R\$ 600,00. Na falta de combustível fóssil, esse trabalho continua sendo feito de forma braçal.

Para refrigeração, um sistema custa em torno de R\$ 10.000,00 (incluindo frete para Amazônia), considerando o sistema solar e o freezer específico em corrente-continua. Este investimento seria recuperado no médio prazo com a estruturação de cadeias produtivas, algo que o RESEX Produtoras de Energia Limpa vem planejando em paralelo com as ações de demonstração da viabilidade da tecnologia de energia solar fotovoltaica na Amazônia.

Na RESEX Ituxi foi usado 1 (um) módulo fotovoltaico da empresa JA Solar, com potência de 270 Wp e baterias de 105 Ah cada, permitindo que o sistema forneça energia durante todo o ano, atendendo a demanda de

refrigeração de pescados, além de usos múltiplos como conservação de polpas e compartilhamento de alimentos. O detalhe técnico do sistema de refrigeração foi apresentado anteriormente.

A Tab. 2 apresenta alguns tipos de sistemas dimensionados para abastecimento de água e sistemas de conservação de alimentos, conforme apresentado na cartilha preparada pela WWF. Ressalta-se que os equipamentos de energia solar são na maioria importados e sofrem influência do câmbio. Ademais, apesar dos módulos fotovoltaicos terem caído muito de preço nos últimos anos (cerca de 30% no último ano), a demanda global está aquecida para este produto, impactando nos preços futuros. Por fim, os custos acima não levam em consideração a logística da Amazônia, que é uma das mais caras do Brasil. O que se verificou em campo mostra boas perspectivas econômicas para a região e para a população extrativista não conectada à rede elétrica, principalmente pela redução de custos nos equipamentos, verificada nos últimos anos, após a demanda motivada pelas Resoluções Normativas 482/12 e 687/15 da ANEEL que aumenta o volume de venda de equipamentos e consequente redução de custos no mercado.

Tabela 2 – Custos estimados de sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água e conservação de alimentos (WWF, 2017).

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 - Usos produtivos (limpeza e processamento de produtos extrativistas)	- 500 litros: R\$ 900 - 1000 litros: R\$ 1500 - 5.000 litros: R\$ 6.000 - 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): - até 2.500 l/dia: R\$ 2.800 - até 30.000 l/dia: R\$ 16.000  Superfície: - até 2.500 l/dia: R\$ 2.800 - 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 Freezer 150L (CC): R\$ 4.500 – 6.000 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

A forma de gestão comunitária que será adotada para estes sistemas e equipamentos está em processo de definição neste momento, considerando a mudança de paradigmas no uso de energia por fontes intermitentes versus equipamentos que usam fontes de origem fóssil que fornecem energia sobre demanda (gerador Diesel). De qualquer sorte, os comunitários (alguns selecionados) participaram de todas as atividades do projeto, desde a definição do escopo dos sistemas (de acordo com orçamento existente), participaram do treinamento teórico, prático e noções de operação e manutenção. O monitoramento de longo prazo trará novas informações a cerca dos resultados esperados.

#### 4. FINANCIAMENTO

O Conselho Nacional de Extrativistas, inspirado pela cartilha desenvolvida neste projeto (WWF-Brasil, 2017), iniciou uma ampla mobilização junto a comunidades na divisa entre os estados do Pará e Amapá. Com apoio técnico da Emater/PA, desenvolveu dois modelos de projetos para uso produtivo familiar de pequena escala, cujos custos finais de equipamento e instalação ficam entre R\$ 15.000,00 e R\$ 21.000,00.

Depois de avaliadas as certidões de aptidão ao Pronaf<sup>6</sup>, as famílias submetem esses projetos da Emater aos bancos públicos que operam as linhas de financiamento para agricultura familiar. Tendo cadastro aprovado, o recurso é liberado diretamente para as empresas já previamente habilitadas junto aos bancos. Assim, em 2017, já foram liberados quase 50 financiamentos nos municípios de Almerim e Gurupá e as famílias estão extremamente satisfeitas com os benefícios da energia solar.

Há relatos de famílias que estão reduzindo tanto o uso de combustível para geração de eletricidade que, quando começarem a pagar pelo financiamento depois da carência (em média 3 anos), o recurso economizado já será suficiente para quitar a dívida integralmente. E, para os que quiserem pagar o financiamento no prazo de 10 anos, a prestação ficará até um quinto menor do que o gasto mensal que se tinha até o momento com combustível para eletrificação. Esta

\* custos não incluem logística de transporte

<sup>6</sup> Programa Nacional de Agricultura Familiar, cujos recursos podem ser usados para aquisição de equipamentos para geração de energia com fontes renováveis, desde que aplicados à produção familiar e não apenas para uso doméstico. Ver regras em <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/como-financiar-sistemas-de-energia-renov%C3%A1vel-pelo-pronaf> Acesso em 13 novembro 2017.

linha de financiamento deverá ser explorada na região focal do projeto RESEX Produtoras de Energia Limpa, se replicando o modelo de sucesso adotado no Pará e Amapá. Contudo, um problema maior, além da capacidade dos comunitários resolverem, é a inadimplência dos municípios (contas públicas não aprovadas) para assinarem convênios com o Ministério de Desenvolvimento Agrário, dificultando acesso às linhas de financiamento do Pronaf.

As principais linhas de crédito para a produção em comunidades isoladas, que podem incluir um ou mais dos sistemas energéticos (solar) mencionados neste artigo, 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

A Tab. 3 apresenta um quadro resumo destas linhas de crédito, o Pronaf Agroindústria, voltadas para agregação de renda à produção e aos serviços; Pronaf Floresta, Pronaf Semiárido voltado para infraestrutura hídrica e produtiva; Pronaf Jovem no meio rural.

Tabela 3 – Quadro resumo / 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 desenhados pelos beneficiários do Pronaf.	Individual até <b>R\$ 165 mil</b> . Empreendimentos familiares rurais – até <b>R\$ 330 mil</b> . Cooperativas – acima de <b>R\$ 1 milhão</b> até <b>R\$ 35 milhões</b> , observado o limite individual de até <b>R\$ 45 mil</b> 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> .	
PRONAF SEMIÁRIDO	Investimento em infraestrutura hídrica (50% do valor financiado) e demais infraestruturas de produção.	Até <b>R\$ 20 mil</b> .	<b>2,5% a.a.</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 mutuário.	

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo relato ações de um projeto em andamento, onde já acontece algum nível de monitoramento da performance dos sistemas instalados, tanto para análise da produção e consumo de energia dos equipamentos implantados, quanto das mudanças socioculturais das comunidades com a chegada de uma energia de fonte renovável. Ainda que embrionário, é possível relatar a considerável redução de consumo de combustível, geração de economia nas famílias e o início da diversificação da produção extrativista, com a energia elétrica de fonte limpa auxiliando as cadeias de valor dos produtos da reserva.

Sistemas dimensionados para atividades produtivas e de refrigeração, em paralelo com o abastecimento de água limpa, demonstram grande potencial de sucesso e aumento de renda familiar e qualidade de vida, pois permite a agregação de valor direta aos produtos agroflorestais e extrativistas. O potencial de produtos de valor agregado na

Amazônia é considerável, e o casamento das atividades produtivas com energia limpa, a solar por exemplo, é um exemplo de que modelos de eletrificação rural associados ao uso produtivo da energia fortalece as comunidades de base comunitária e ajuda na preservação da Floresta Amazônica.

O Projeto RESEX produtora de energia limpa seguiu em 2018, dando continuidade ao trabalho de fortalecimento das cadeias produtivas, contínuo apoio técnico para agentes de base comunitária envolvidos, e disseminação de informações para fortalecimento de políticas públicas que favoreçam fontes renováveis de energia em regiões de preservação ambiental.

## REFERÊNCIAS

GTES, 2014. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos, GTES - Grupo de Trabalho de Energia Solar, Rio de Janeiro.

ICMBio, 2017. Manejo do pirarucu gera renda na Amazônia., disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/8634-manejo-do-pirarucu-gera-renda-para-comunidades-na-amazonia>> , acessado em 14 nov de 2017.

ICMBio, UFV, 2015. Apoio ao processo de identificação das famílias beneficiárias e diagnóstico socioprodutivo em unidades de conservação federais, Resex Médio Purus e Resex Ituxi, ICMBio - Instituto Chico Mendes de Biodiversidade, UFV - Universidade de Viçosa.

IES-UPM, IEE-USP, Associação Tichka, 2005. Boas práticas na implantação de sistemas de bombeamento fotovoltaico. Instituto de Energia Solar / Madrid; Instituto de Energia e Ambiente - IEE /USP, Associação Tichka.

Tomasi, A., 2016. Potencialidades e limites da cadeia de valor do Pirarucu no sul do Amazonas. Instituto Internacional de Educação do Brasil – IEB.

WWF, 2017. Usos de sistemas energéticos com fontes renováveis em regiões isoladas, Cartilha – relatório, WWF -Fundo Mundial para a Natureza, Brasília.

MDA, 2017. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Dados do programa PRONAF, disponível em <<http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-creditorural/linhas-de-cr%C3%A9dito>>, acessado em 15 nov de 2017.

## SOLAR ENERGY POTENTIATES EXTRATIVIST PRODUCTION IN THE AMAZON

**Abstract.** *There are many extractive products in the Amazon that are gaining more value in Brazil and abroad. And there are also many extractive communities that are authorized to exploit the forest in a sustainably manner. These populations live in Extractive Reserves -Resex. This paper presents the experience of a field project developed by the WWF-Brazil, the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), with technical support from engineering company USINAZUL and researchers from the University of São Paulo (USP) using solar photovoltaic energy as support for extractive production in conservation units. The aim is to show the potential for solar energy to supply the electric energy demand of remote and isolated population residing in the Brazilian Resex, to intensify the extractive production while maintaining the integrity of the forest. The idea is, once defined a model for natural resource extractive diversification with clean energy in the Amazon, this would contribute to a proposal for strengthening and structuring public policies that, in the context of this initiative, is being called the National Extractive Reserves Program for Clean Energy Production.*

**Key words:** *Solar photovoltaic energy, extractivism, rural electrification in the Amazon*