



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DAS ÁGUAS
BACHARELADO EM GESTÃO AMBIENTAL

ADRIANA CRISTINA ROCHA DE ALMEIDA
PAULA HARYADNE LIMA BORGES

APROVEITAMENTO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA
O BOMBEAMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES DA
RESEX TAPAJÓS/ARAPIUNS, SANTARÉM-PARÁ

Santarém – PA

2018

**ADRIANA CRISTINA ROCHA DE ALMEIDA
PAULA HARYADNE LIMA BORGES**

**APROVEITAMENTO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA
O BOMBEAMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES DA
RESEX TAPAJÓS/ARAPIUNS, SANTARÉM-PARÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Ciências e Tecnologias das Águas, do Instituto de Ciências e Tecnologias das Águas, para obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental, pela Universidade Federal do Oeste do Pará.

Orientador:

Prof. Lázaro João Santana da Silva

Santarém – PA

2018

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFOPA**

A447a Almeida, Adriana Cristina Rocha de
Aproveitamento de energia fotovoltaica para o bombeamento de água em comunidades da Resex Tapajós/ Arapiuns, Santarém-Pará/ Adriana Cristina Rocha de Almeida; Paula Haryadne Lima Borges. – Santarém, 2018.

57f. : il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Lázaro João Santana da Silva
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologias das Águas, Programa de Ciências e Tecnologias das Águas, para obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental, Santarém, 2018.

1. Energia alternativa - Santarém-Pará. 2. Água potável. I. Silva, Lázaro João Santana da, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 333.79098115

ADRIANA CRISTINA ROCHA DE ALMEIDA
PAULA HARYADNE LIMA BORGES

**APROVEITAMENTO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA
O BOMBEAMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES DA
RESEX TAPAJÓS/ARAPIUNS, SANTARÉM-PARÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Ciências e Tecnologias das Águas, do Instituto de Ciências e Tecnologias das Águas, para obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental, pela Universidade Federal do Oeste do Pará.

Conceito:

Data de aprovação, _____ de _____ de _____.

Professor Orientador: Lázaro João Santana da Silva
Mestre / Universidade Federal do Oeste do Pará.

Professor. (a) Examinador (a)
Título/Instituição

Professor. (a) Examinador (a)
Título/Instituição

Professor. (a) Examinador (a)
Título/Instituição

Dedicamos esse trabalho aos nossos pais, que nos deram apoio e incentivo, aos nossos filhos, maridos e os demais familiares que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho. Agradecemos também por nos estimularem sempre a estudar e compreenderem a nossa ausência pelo tempo dedicado aos estudos e trabalhos.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao professor Lázaro Silva, pelos textos traduzidos, orientações e seu grande desprendimento em ajudar-nos.

Ao Projeto Saúde e Alegria, que nos deu condições e suporte necessário para fazermos o trabalho de maneira confortável nos dando apoio técnico e logístico.

Ao professor Manoel Bentes que direta e indiretamente sempre nos apoiou e nos ajudou em tudo que precisamos.

Ao Sr. Carlos Dombrosk, e sua esposa Deusa Dombrosk que foram nossos padrinhos no PSA e maiores incentivadores em todas as viagens para a Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns.

E principalmente a nossa família, que suportou nossa ausência por longos dias fora de casa em viagens de pesquisas.

E a todos os nossos amigos que de alguma forma fizeram parte dessa jornada, agradecemos a todos com um forte abraço.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo estudar e analisar o bombeamento de água através de painéis fotovoltaicos em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns, em Santarém Pará. Uma parte do trabalho utilizou a pesquisa bibliográfica como ferramenta de compreensão dos conceitos a respeito energia solar e, a outra parte foi complementada com a pesquisa de campo, na região da Resex onde, as participações em reuniões, rodadas de conversas e acompanhamento da instalação do sistema de bombeamento fotovoltaico permitiram coletar e observar os resultados mostrados aqui. Foi fundamental para este trabalho a colaboração do Centro de Estudos Avançados de Promoção Social e Ambiental – CEAPS, cujo nome fantasia é Projeto Saúde e Alegria. O CEAPS desenvolve projetos participativos promovendo o desenvolvimento de comunidades rurais, partindo da realidade local e das necessidades em que a comunidade se encontra para o desenvolvimento e implantação do projeto. Os métodos utilizados na pesquisa combinaram ações que serviram para análise das atividades de gerenciamento dos sistemas fotovoltaico e diesel de bombeamento dentro da reserva, observando de perto as particularidades. De acordo com o estudo bibliográfico e de observações *in loco* foi possível verificar, através de uma análise qualitativa, que o sistema de bombeamento fotovoltaico é uma alternativa favorável para implantação em comunidades isoladas, seja no aspecto ambiental, sustentável, técnico e até mesmo econômico. Por fim, vale ressaltar que esses sistemas de bombeamento de água conferem qualidade de vida às comunidades tradicionais beneficiadas, haja vista que os dados da organização mundial da saúde são alarmantes, no que se refere às mortalidades relacionadas à falta de água potável e ao saneamento básico.

Palavras-chave: comunidades isoladas, painéis fotovoltaicos, água potável, energia alternativa.

ABSTRACT

The present research has the objective of studying and analyzing water pumping through photovoltaic panels in two communities in the Tapajós Arapiuns Extractivist Reserve in Santarém Pará. This was done through a bibliographical and field research in the Resex region where participating in meetings, of conversations and monitoring the installation of photovoltaic pumping systems. Aiming to subsidize the development and implementation of the system that starts through a feasibility study where the Center for Advanced Studies in Social and Environmental Promotion - CEAPS, whose fancy name is Projeto Saúde e Alegria, develops participatory projects promoting the development of rural communities, starting with the local reality and the needs of the community for the development and implementation of the project. The methods used in the research had the combination of being explanatory and descriptive, since we spent two years participating directly in the activities within the reserve, observing closely all the particularities. According to the bibliographic study developed, it is possible to show that the photovoltaic pumping system is a favorable alternative for implantation in isolated communities, be it in the environmental, sustainable and even economic aspect. In addition to realizing that the data of the world health organization are alarming, regarding the mortalities related to lack of drinking water and basic sanitation. Finally, the viability of these systems for the implantation in the communities was verified, whose necessity already is enough accentuated.

Key words: isolated communities, photovoltaic panels, drinking water, alternative energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura básica de uma célula fotovoltaica de silício destacando: (1) região tipo n; (2) região tipo p. (3) zona de carga espacial, onde se formou a junção pn e o campo elétrico; (4) geração de par elétron – lacuna; (5) filme anti-reflexo; (6) contatos.....	17
Figura 2 - Esquema dos componentes de um módulo fotovoltaico com células de silício cristalino.	18
Figura 3 - Esquema de um sistema de bombeamento fotovoltaico.	20
Figura 4 - Configuração usual do sistema de bombeamento fotovoltaico.	21
Figura 5 - Curva característica I-V e curva de potência P-V para um módulo com potência nominal de 100Wp.	21
Figura 6 - Definição do fator de forma.	22
Foto 7 - Instalações no Centro Experimental Floresta Ativa.....	28
Foto 8 - Sistema de micro abastecimento da Aldeia Solimões	30
Foto 9 - Início da construção do elevador na aldeia Solimões	32
Foto 10 - Grupo gerador a diesel da comunidade Pedra Branca.	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Especificações dos Técnicas do sistema de bombeamento da Aldeia Solimões. Fonte: Projeto Saúde e Alegria.....	31
Quadro 2 - Especificações Técnicas do sistema de bombeamento da Comunidade Pedra Branca. Fonte: Projeto Saúde e Alegria.....	33
Quadro 3 - Vantagens e desvantagens do sistema fotovoltaico.....	366
Quadro 4 - Vantagens e desvantagens do sistema a diesel.....	37

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Resex Tapajós Arapiuns	26
--------------------------------------	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVO	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivo específico.....	15
3	REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1	Histórico do Desenvolvimento da Tecnologia Fotovoltaica – um breve resumo.	16
3.2	Tecnologia das células Fotovoltaicas.....	16
3.3	Sistemas de bombeamento fotovoltaico.....	19
3.4	Componentes Básicos dos Sistemas Fotovoltaicos.....	19
3.5	Características Elétricas	21
3.6	Baterias.....	23
3.7	Controladores de Carga.....	23
3.8	Inversores	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1	Caracterização e local de estudo	25
4.1.1	Reserva Extrativista Tapajó-Arapiuns (RESEX)	25
4.1.2	Projeto Saúde e Alegria	27
4.1.3	Centro Experimental Floresta Ativa (CEFA).....	28
4.1.4	Identificação e caracterização dos sistemas híbridos.....	29
5	RESULTADOS.....	30
5.1	Sistema híbrido fotovoltaico-diesel da Aldeia Solimões	30
5.2	Sistema grupo gerador diesel comunidade Pedra Branca	32
5.3	Gerenciamento dos sistemas.	34
5.4	Comparação entre os sistemas	35
5.4.1	Vantagens e desvantagens de cada sistema.....	36
6	DISCUSSÃO	38

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	43
	ANEXOS	46
	ANEXO A - Faixa de tubulação do sistema de água da comunidade Solimões	46
	ANEXO B - Faixa de tubulação do sistema de água da comunidade Pedra Branca.	47
	ANEXO C - Sistema de abastecimento da comunidade Aldeia Solimões.	48
	ANEXO D – Estatuto montados pelos líderes comunitários.....	49
	ANEXO E – Projeto do elevado da caixa d’água para sistema de abastecimento de água.	55
	ANEXO F – Projeto de construção de uma base para reservatório de água 1.	56
	ANEXO G – Projeto de construção de uma base para reservatório de água 2.....	57

1 INTRODUÇÃO.

As comunidades tradicionais da Amazônia ainda têm uma carência muito grande em relação principalmente à água encanada, muitas comunidades são esquecidas pelo poder público, e vivem de maneira precária diante essa situação, algumas dessas comunidades utilizam água diretamente dos rios, in natura, que banham suas comunidades, geralmente sem qualquer tipo de tratamento prévio antes do seu consumo. O banho, a lavagem de roupa e de louça ocorrem diretamente nas margens dos rios e igarapés, bem como a coleta de água para o consumo humano, trazendo sérios problemas de doenças estomacais e de pele para essas comunidades, outras famílias utilizam água de poço artesiano que é obtida dos lençóis freáticos e que apresentam uma qualidade melhor em comparação com água obtida diretamente do rio.

É fato conhecido o aumento exponencial nas últimas décadas da demanda de energia elétrica no Brasil e no mundo, também se observa as mudanças climáticas, provocada pelas emissões de gases poluentes como o dióxido de carbono. Uma das alterações conhecidas é o efeito estufa provocado pela emissão de gases provenientes da combustão de combustíveis de origem fósseis. Diante disso, percebeu-se a necessidade de se desenvolver outras fontes de energias limpas e sustentáveis. No bojo do desenvolvimento dessas tecnologias, apareceram as oportunidades para equacionar o problema de acesso à água para as comunidades tradicionais da Amazônia.

A partir desse contexto, o processo de aproveitamento de energia solar através do uso de painéis fotovoltaicos para o bombeamento de água é uma alternativa comprovada e viável de energia interna e renovável. É um dos processos mais usados atualmente, no Brasil é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste devido às características climáticas e nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas de rede de energia elétrica (Ministério de Minas e Energia - MME, 2003).

Segundo Alvarenga (2012), os sistemas projetados especificamente para bombeamento de água dispensam o armazenamento da energia elétrica produzida pelos módulos fotovoltaicos já que se pode armazenar a água bombeada em reservatórios. Une a necessidade de água com a fonte energética nos períodos noturnos ou quando não há insolação, pode-se utilizar a água armazenada em um reservatório elevado. O sistema de bombeamento solar dispensa a rede elétrica e o motor diesel, produzindo sua própria eletricidade.

Esses projetos atuam basicamente com tipos de sistemas tais como: bombeamento de água, para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; iluminação pública; sistemas de uso coletivo, tais como eletrificação de escolas, postos de saúde e centros comunitários; atendimento domiciliar e dessalinização de água (Ministério de Minas e Energia - MME, 2003).

Uma das aplicações mais importantes que justificam esse uso da energia solar é o enorme benefício do bombeamento de água, principalmente no contexto das populações ribeirinhas. Populações essas, que sofrem com os fatores relacionados à água, como a qualidade, a dificuldade de se desenvolver economicamente e o difícil acesso da água para a própria subsistência.

As bombas manuais e as bombas a diesel constituem uma das principais fontes de energia para o bombeamento de água nas comunidades tradicionais da Amazônia, no entanto, em termos de custo e manutenção são altos em longo prazo, e ainda, podem comprometer a saúde dessas populações no que tange a quantidade e qualidade da água fornecida (Ministério de Minas e Energia - MME, 2003).

Para compreendermos melhor essa relação entre energia solar e sistemas de bombeamento apresentaremos os objetivos desse trabalho e uma revisão da literatura comentando o desenvolvimento do aproveitamento da energia solar ao longo dos últimos anos.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a implantação de um sistema de bombeamento fotovoltaico como solução alternativa de abastecimento de água em unidade de conservação – UC.

2.2 Objetivo específico

Verificar como um sistema fotovoltaico para bombeamento de água foi implementado e administrado em uma comunidade isolada;

Confrontar as vantagens e desvantagens de dois sistemas de bombeamento, um híbrido solar/diesel e outro diesel, em comunidades isoladas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Histórico do Desenvolvimento da Tecnologia Fotovoltaica – um breve resumo.

Quase todas as fontes de energia – hidráulicas, biomassas, eólicas, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (CEPEL-CRESESB, 2014).

O aproveitamento da energia solar para produção direta de eletricidade teve início há pouco mais de 170 anos quando, em 1839, o cientista francês Edmond Becquerel descobriu o efeito fotovoltaico ao observar, em um experimento com uma célula eletrolítica (dois eletrodos metálicos dispostos em uma solução condutora), que a geração de eletricidade aumentava quando a célula era exposta à luz, mais tarde por volta de 1870, o efeito foi estudado em sólidos, tal qual selênio, por volta do ano de 1870, a primeira célula fotovoltaica foi construída utilizando-se o selênio. A eficiência dessa célula era na faixa de 2% (BRAGA, 2008).

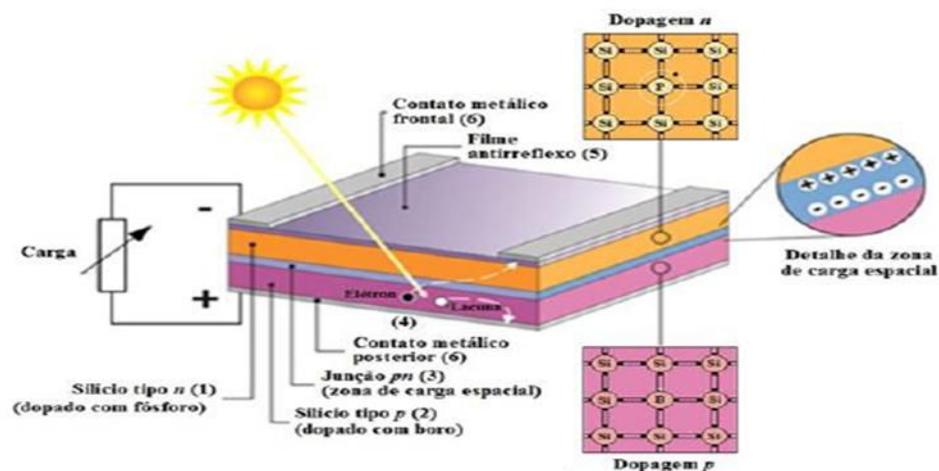
A partir daí, foram estudados os comportamentos de diversos materiais expostos à luz até que, no ano de 1954, Daryl Chapin, Calvin Fuller e Gerald Pearson desenvolveram a primeira célula fotovoltaica de silício, com eficiência de 6%, capaz de converter energia solar em eletricidade suficiente para alimentar equipamentos elétricos. No ano de 1958, iniciou-se a utilização de células fotovoltaicas em aplicações espaciais e até hoje essa fonte é reconhecida como a mais adequada para essas aplicações (Pinho, et al., 2008).

3.2 Tecnologia das células Fotovoltaicas.

Atualmente, os materiais semicondutores utilizados na fabricação das células fotovoltaicas são normalmente pertencentes ao grupo 4 da tabela periódica de elementos. Quando puros esses semicondutores possuem a banda de valência completamente preenchida e a banda de condução vazia. Para que o material possua a capacidade de conduzir corrente elétrica, ele passa pelo processo de dopagem, que pode ser realizado através de dois modos: em um deles, o material dopante é um átomo do grupo 5 (doador) e a ligação ocasionará o

aparecimento de um elétron livre, que poderá se deslocar para a banda de condução, formando o chamado semiconductor tipo n. No outro modo, a impureza pertence ao grupo 3 (receptor), o que criará uma deficiência de elétrons na banda de valência (buracos). Neste caso, o semiconductor é do tipo p. Para obtenção de uma célula fotovoltaica, o semiconductor puro é submetido a um processo de adição de “impurezas”, inicialmente do tipo receptora e posteriormente do tipo doadora, formando assim uma junção pn, na qual baseia-se o princípio de operação da célula fotovoltaica (Pinho, et al., 2008). A Figura 1 mostra a estrutura física de uma junção pn de uma célula fotovoltaica.

Figura 1 - Estrutura básica de uma célula fotovoltaica de silício destacando: (1) região tipo n; (2) região tipo p. (3) zona de carga espacial, onde se formou a junção pn e o campo elétrico; (4) geração de par elétron – lacuna; (5) filme anti-reflexo; (6) contatos.



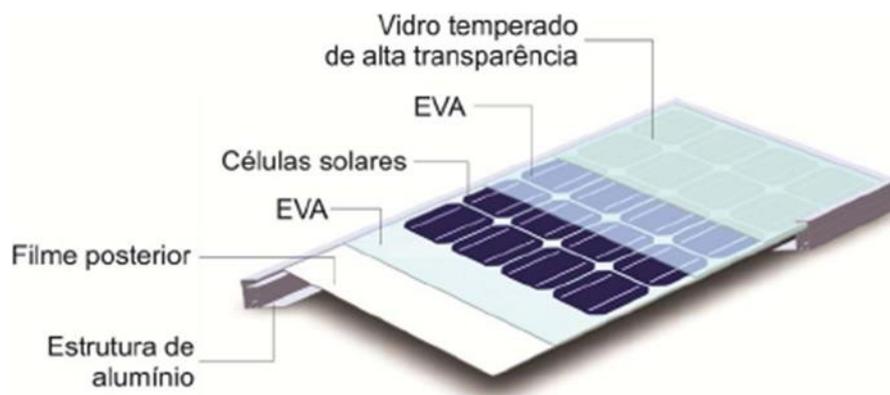
Fonte: (MOEHLECKE E ZANESCO, 2005).

Um conjunto de células fotovoltaicas forma um módulo e, segundo Pinho, et al. (2008) os sistemas fotovoltaicos, em geral, operam com um conjunto de módulos fotovoltaicos, associados em série e/ou paralelo – formando um arranjo fotovoltaico.

Conforme mencionado anteriormente, as células fotovoltaicas são associadas eletricamente e encapsuladas para formar o módulo fotovoltaico. Um módulo pode ser constituído por um conjunto de 36 a 216 células fotovoltaicas associadas em série e/ou paralelo, associação esta que depende dos parâmetros elétricos (tensão, corrente e potência) mais adequados à aplicação a que o módulo se destina. Estas células são soldadas em tiras, geralmente com soldagem realizada por iluminação com lâmpadas alógenas ou radiação laser. Depois de soldadas, as células são encapsuladas, a fim de protegê-las das intempéries e proporcionar resistência mecânica ao módulo fotovoltaico (BRAGA, 2008). O encapsulamento é constituído de um sanduíche de vidro temperado de alta transparência,

acetato de etil vinila (EVA, do inglês Ethylene-vinyl acetate) estabilizado para a radiação ultravioleta, células fotovoltaicas, EVA estabilizada, e um filme posterior isolante. Este filme é uma combinação de polímeros tais como fluoreto de polivinila (PVF ou Tedlar®), tereftalato de polietileno (PET), dentre outros. O processo de laminação é realizado a temperaturas de 120 °C a 150 °C, quando o EVA se torna líquido e as eventuais bolhas de ar geradas são eliminadas. No processo seguinte, é realizada a cura do EVA, que proporciona uma maior durabilidade ao módulo fotovoltaico. Após este processo, coloca-se uma moldura de alumínio anodizado e a caixa de conexões elétricas e o módulo fotovoltaico está finalizado. A figura 2 mostra um esquema dos componentes de um módulo fotovoltaico com células de c-Si (CEPEL-CRESESB, 2014).

Figura 2 - Esquema dos componentes de um módulo fotovoltaico com células de silício cristalino.



Fonte; (MOEHLECKE E ZANESCO, 2005).

As correntes CC envolvidas na saída das associações são, muitas vezes, de valor elevado, o que requer cuidadosos procedimentos de segurança. A instalação deve estar protegida contra falhas de isolamento e curto-circuito, e as ligações dos cabos elétricos têm de ser executadas cuidadosamente. Os arranjos fotovoltaicos podem ser instalados em estruturas metálicas, ou de madeira, sobre o solo, dispostos sobre telhados, ou ainda funcionando como o próprio telhado de um prédio. Por este motivo, devem estar isolados, como por exemplo, através de cercas, ou afastados de vias de circulação de pessoas, além de serem dotados de um bom sistema de aterramento. Outros equipamentos que podem constituir o sistema fotovoltaico, como controladores de carga, e inversores, devem ser mantidos abrigados em prédio, para proteção das pessoas e dos próprios equipamentos (CEPEL-CRESESB, 2014). Na seção seguinte apresentaremos alguns detalhes desses equipamentos.

3.3 Sistemas de bombeamento fotovoltaico.

As primeiras aplicações comerciais do bombeamento fotovoltaico datam de 1978 (BARLOW, 1991). Na ilha de Córsega, dando continuidade à sua tese de doutorado, Dominique Campana desenvolveu e instalou o primeiro sistema de utilização a campo de que se tem registro. Com módulos da empresa Philips e bomba em corrente contínua desenvolvida em conjunto com engenheiros da empresa Guinard, o sistema abastecia uma fazenda de criação de ovelhas. Após este primeiro sistema, alguns outros foram instalados na Europa. No entanto, o primeiro empreendimento em larga escala noticiado se deu no continente africano, mais especificamente em Mali (PERLIN, 1999).

Pouco depois desta primeira iniciativa, entre 1979 e 1981, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (UNDP), com o apoio do Banco Mundial (WB) e participação do Intermediate Technology Development Group (ITDG), levou a cabo um projeto piloto que incluía teste e avaliação do funcionamento de sistemas de bombeamento fotovoltaico a campo. O principal objetivo foi a demonstração e avaliação do uso de pequenos sistemas de bombeamento fotovoltaico (de 100 a 300 Wp) para serem utilizados na irrigação de pequenas áreas em propriedades rurais de Mali, Filipinas e Sudão, tendo em vistas o aprimoramento da tecnologia para seu uso a campo. As conclusões do trabalho apontaram um grande potencial de utilização desta tecnologia no meio rural, mas nenhum dos produtos testados foi aprovado para a sua imediata difusão em larga escala. Como resultado, foi recomendado, dentre outras coisas, uma melhora na confiabilidade dos equipamentos e a redução de preços (HALCROW, 1981). Segundo Perlin, (1999) geradores fotovoltaicos produzem potência elétrica na forma de corrente contínua. Quando as moto-bombas são acionadas por corrente alternada é necessário o uso de dispositivos, denominados inversores, que fazem a conversão de corrente. Nas duas últimas décadas, alguns dispositivos como os inversores, foram aperfeiçoados e outros componentes, como os sistemas de transmissão mecânica, descartados, devido às inúmeras dificuldades operacionais (redução drástica do tempo de vida; necessidade de manutenção constante). As configurações mais simples tendem, portanto, a ser favorecidas (Figura 3).

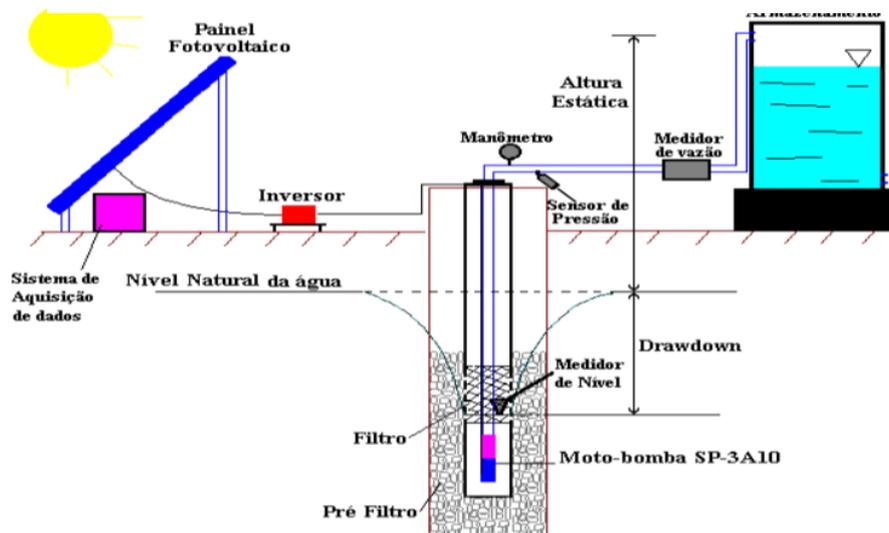
3.4 Componentes Básicos dos Sistemas Fotovoltaicos.

Um sistema fotovoltaico é constituído por um bloco gerador, um bloco de condicionamento de potência e, opcionalmente, um bloco de armazenamento. O bloco gerador contém os arranjos fotovoltaicos, constituídos por módulos fotovoltaicos em diferentes associações, o cabeamento elétrico que os interliga e a estrutura de suporte. O bloco de condicionamento de potência pode ter conversores c.c.-c.c. seguidor de ponto de potência máxima (SPPM1), inversores, controladores de carga (se houver armazenamento) e outros dispositivos de proteção, supervisão e controle. Finalmente, o bloco de armazenamento é constituído por acumuladores elétricos (baterias) e/ou outras formas de armazenamento. (Pinho, et al., 2008).

O sistema de bombeamento consiste de:

- Arranjo fotovoltaico;
- Acoplamento gerador-carga;
- Conjunto moto-bomba;

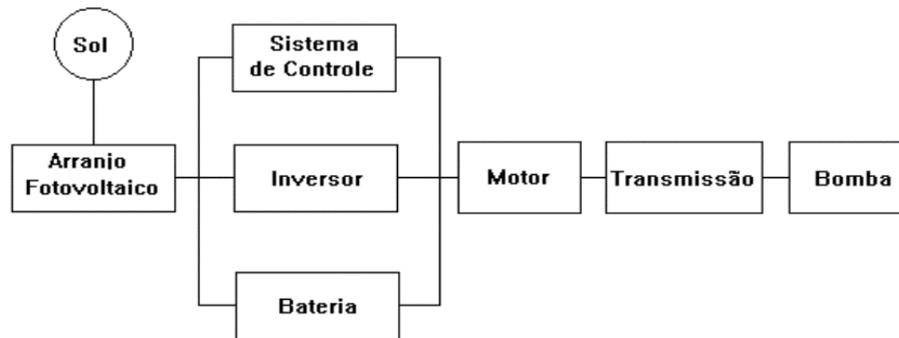
Figura 3 - Esquema de um sistema de bombeamento fotovoltaico.



Fonte: (laboratório do grupo de pesquisa FAE)

O esquema de uma instalação usual pode ser visto na Figura 3, diversas configurações podem ser adotadas, de acordo com as necessidades de bombeamento e os recursos disponíveis, como por exemplo, as indicadas na Figura 4.

Figura 4 - Configuração usual do sistema de bombeamento fotovoltaico.

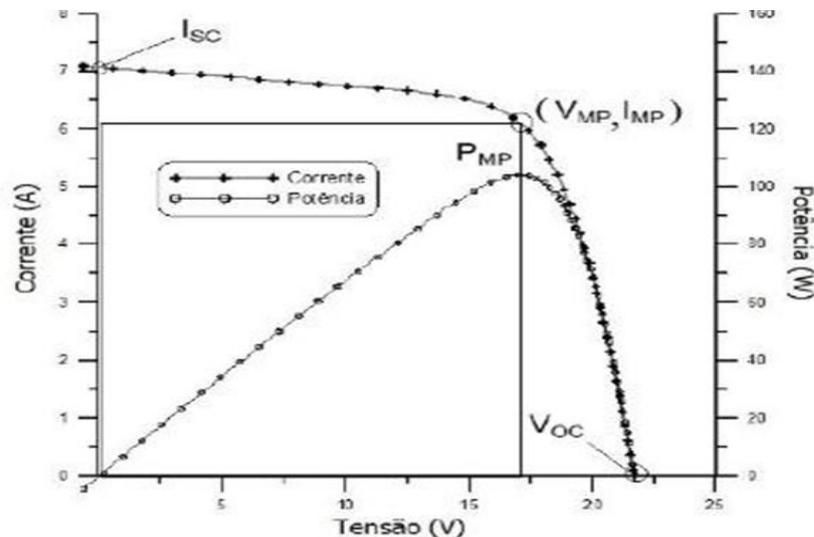


Fonte: (Fraindenraich e Vilela, 1999).

3.5 Características Elétricas

A unidade de medida usualmente utilizada para a identificação dos módulos fotovoltaicos é a sua potência elétrica de pico (Wp). A definição de potência elétrica de pico de um módulo fotovoltaico é extraída de um ensaio padronizado chamado STC (do inglês Standard Test Conditions), que considera a irradiância solar de 1000W/m^2 sob uma distribuição espectral padrão e temperatura da célula de 25°C (CEPEL-CRESESB, 2014).

Figura 5 - Curva característica I-V e curva de potência P-V para um módulo com potência nominal de 100Wp .



Fonte: CEPEL/CRESESB (2014).

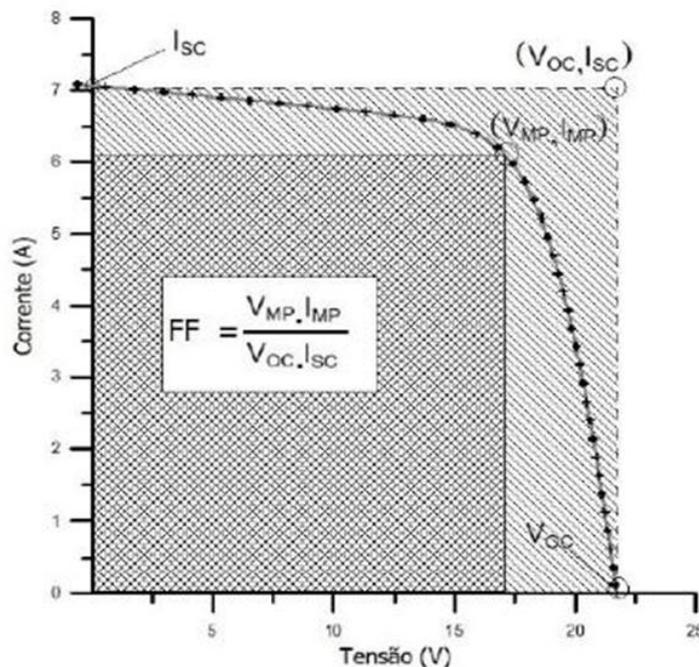
De acordo com Kritski (2016), a curva I-V, mostrada na figura 5, é fundamental na caracterização de um gerador fotovoltaico, pois com a sua análise é possível obter os seus principais parâmetros de desempenho e lembra, muito oportunamente, que a norma ABNT (NBR10899/TB-328) considera a curva de tensão versus corrente como “a representação dos valores da corrente de saída de um conversor fotovoltaico, em função da tensão, para condições pré-estabelecidas de temperatura e radiação”

Para cada ponto de corrente e tensão da curva I-V, existe uma potência associada, que nada mais é do que o produto corrente-tensão para determinado ponto de operação.

O ponto P_{mp} representa o ponto de máxima potência, formado pelo produto dos respectivos valores máximos de tensão V_{MP} e corrente I_{MP} . Juntamente com a tensão de circuito aberto V_{OC} e de corrente de curto-circuito I_{SC} estes são os cinco parâmetros mais importantes do módulo fotovoltaico (CEPEL-CRESESB, 2014).

Outra grandeza importante é o fator de forma (FF), que expressa quanto da curva característica I-V do módulo fotovoltaico analisado se aproxima de um retângulo; logo, quanto maior a qualidade do módulo fotovoltaico mais próximo da forma de um retângulo será a sua curva I-V. O fator de forma (FF) será então, a relação entre as duas áreas hachuradas mostradas na figura 6, a área hachurada simples corresponde ao produto entre a tensão de circuito aberto V_{OC} e a corrente de curto circuito I_{SC} , onde o valor encontrado é sempre acima do valor alcançado pelo módulo em operação. A área com hachura dupla representa o produto da máxima tensão e a 45 máxima corrente, ou seja, representa a potência

Figura 6 - Definição do fator de forma.



máxima do módulo fotovoltaico (CEPEL-CRESESB, 2014).

Fonte: CEPEL/CRESESB (2014).

3.6 Baterias

Em sistemas fotovoltaicos isolados da rede elétrica, o uso de dispositivos de armazenamento de energia faz-se necessário para atender a demanda em períodos nos quais a geração é nula ou insuficiente (à noite ou em dias chuvosos ou nublados, com baixos níveis de irradiância solar). Assim, parte da energia solar convertida em energia elétrica pelos módulos fotovoltaicos durante o dia é armazenada para ser usada em outros momentos para atender a demanda (Santos, Marow, Melo, & Santiago, 2015).

Um sistema de bombeamento fotovoltaico (SBF) pode assumir diversas configurações. Em todos os casos a finalidade é acionar uma bomba hidráulica centrífuga ou volumétrica para extrair água do subsolo. A energia elétrica provém de um gerador fotovoltaico que transforma a irradiância solar em eletricidade, porém, essa conversão intrinsecamente é realizada em corrente contínua. A bomba pode ser movimentada por meio de um motor de corrente contínua (CC) ou de corrente alternada (CA). No caso do uso de motor CC, de maneira mais simples este pode funcionar diretamente acoplado ao gerador fotovoltaico sem nenhum conversor ou seguidor solar intermediário. Uma configuração mais complexa inclui um conversor CC/CC que trabalha com ou sem seguidor solar. Além disso, existe a possibilidade de o motor ser ligado a uma bateria eletrolítica e, neste caso, é necessário utilizar um controlador eletrônico de carga (CEPEL-CRESESB, 2014).

3.7 Controladores de Carga

De acordo com CRESESB (2014), para a maioria dos sistemas fotovoltaicos que utilizam um sistema de armazenamento por banco de baterias, o uso de controladores de carga é indispensável, já que este dispositivo ajuda a aumentar a vida útil das baterias, além de oferecer maior proteção ao sistema contra um aumento excessivo de consumo ou mesmo uma possível intervenção do usuário. Controladores de carga são incluídos na maioria dos SFI com o objetivo de proteger a bateria (ou banco de baterias) contra cargas e descargas excessivas, aumentando a sua vida útil. Denominações do tipo “gerenciador de carga”, “regulador de carga” ou “regulador de tensão” também são comuns e algumas vezes referem-se os controladores de carga com diferentes níveis de sofisticação (Santos, Marow, Melo, & Santiago, 2015).

3.8 Inversores

Um inversor é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente alternada (c.a.) a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (c.c.). A energia c.c. pode ser proveniente, por exemplo, de baterias, células a combustíveis ou módulos fotovoltaicos. A tensão c.a. de saída deve ter amplitude, frequência e conteúdo harmônico adequados às cargas a serem alimentadas. Adicionalmente, no caso de sistemas conectados à rede elétrica a tensão de saída do inversor deve ser sincronizada com a tensão da rede (Santos, Marow, Melo, & Santiago, 2015). Para selecionar o inversor adequado a ser utilizado em um sistema fotovoltaico, segundo Messenger & Ventre (2010), os requisitos a serem analisados são: a forma de onda da carga e a eficiência do próprio inversor.

Desde então, a evolução do mercado fotovoltaico vem sendo bastante intensa, tornando comuns aplicações em sistemas domésticos, sinalização marítima, eletrificação de cercas e outros. Em 2004, foi finalizado o projeto do maior sistema fotovoltaico do mundo, o parque solar da Bavária, Alemanha, de 10 MWp de potência instalada (Kritski, 2016).

O Brasil, apesar de até pouco tempo não ter tido uma marcada importância na implantação de sistemas de bombeamento fotovoltaico, começa a tomar uma posição expressiva no cenário mundial, graças a projetos institucionais, com cerca de 3.260 sistemas e uma potência total de 1.7 MWp. Os primeiros sistemas instalados no país datam de 1981, e estima-se que até 1994 tenham sido instalados não mais do que 150 unidades. Nos últimos oito anos, no entanto, este setor experimentou um considerável crescimento devido à atuação do Ministério de Minas e Energia com o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM - Energia das Pequenas Comunidades, 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi feito através de revisão bibliográfica e visita de campo para a verificação da problematização das comunidades tradicionais da Amazônia. O local de estudo se deu na Reserva extrativista Tapajós Arapiuns (Resex Tapajós Arapiuns) e tiveram como foco duas Comunidades, a Aldeia Solimões e a Comunidade Pedra Branca.

Uma parte do trabalho utilizou a pesquisa bibliográfica como ferramenta de compreensão dos conceitos a respeito energia solar e, a outra parte foi complementada com a pesquisa de campo, na região da Resex onde, as participações em reuniões, rodadas de conversas e acompanhamento da instalação do sistema de bombeamento fotovoltaico permitiram coletar e observar os resultados que serão mostrados aqui. Foi fundamental para este trabalho a colaboração do Centro de Estudos Avançados de Promoção Social e Ambiental – CEAPS, cujo nome fantasia é Projeto Saúde e Alegria. O CEAPS desenvolve projetos participativos promovendo o desenvolvimento de comunidades rurais, partindo da realidade local e das necessidades em que a comunidade se encontra para o desenvolvimento e implantação do projeto.

Os métodos utilizados na pesquisa combinaram ações que serviram para análise das atividades de gerenciamento dos sistemas fotovoltaico e diesel de bombeamento dentro da reserva, observando de perto as particularidades e características de cada um.

A seguir apresentaremos em tópicos a caracterização do local de estudo, a relação do PSA com as comunidades, as estratégias de ações de capacitação e desenvolvimento sustentável e participativo promovido pelo CEFA que é uma das ferramentas do PSA para o desenvolvimento dos seus projetos na região da Resex e, por último, faremos um breve resumo do conceito de sistemas híbridos.

4.1 Caracterização e local de estudo

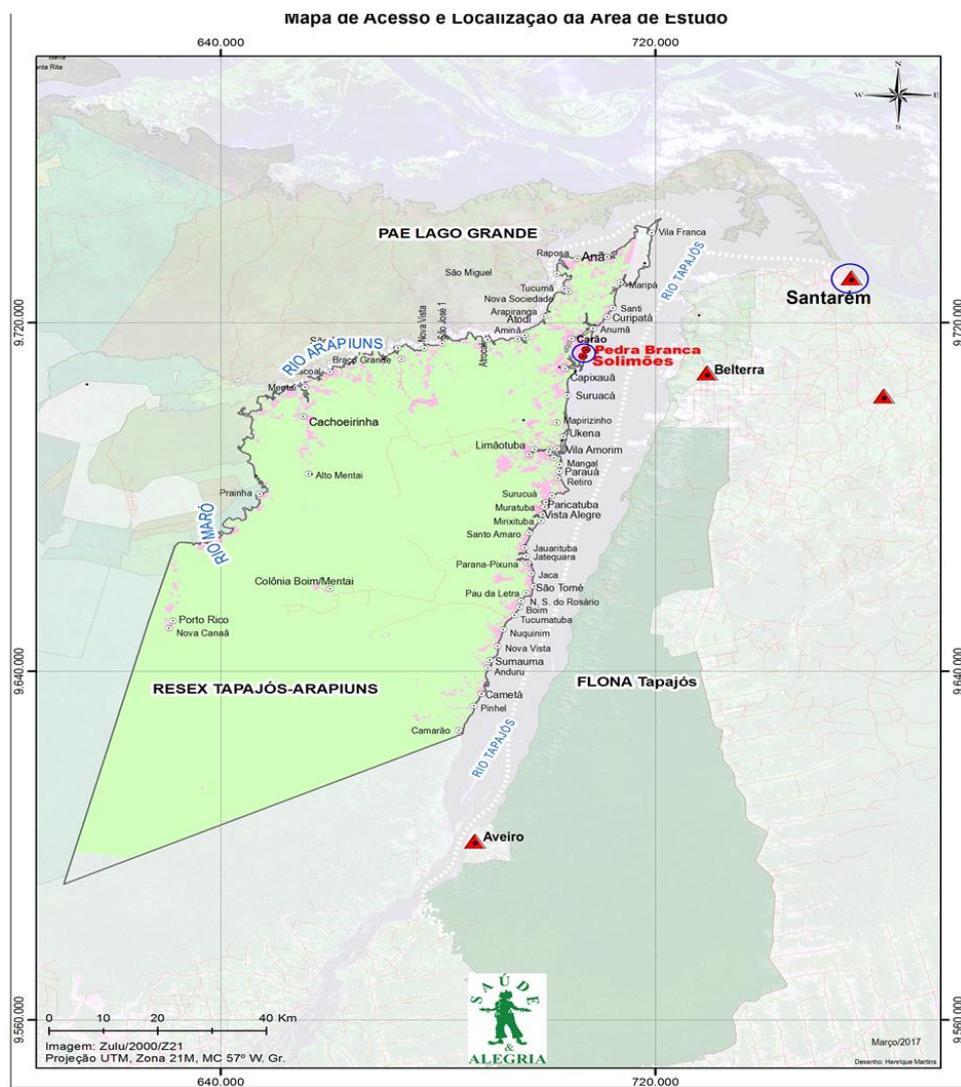
4.1.1 Reserva Extrativista Tapajó-Arapiuns (RESEX)

A Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (RESEX) é uma das maiores Unidades de Conservação no Brasil, com uma área total de 647.610 hectares (Decreto s/nº de 06/11/1998). Também é a mais populosa do país, com cerca de 4850 famílias e 23 mil habitantes, em 72 comunidades. Essas comunidades e aldeias nasceram de antigas vilas de missões religiosas e aldeias indígenas, que ao longo do tempo se misturaram com emigrantes e colonos de diferentes origens. Seu modo de vida tradicional está baseado na prática do extrativismo, na

agricultura familiar, na transmissão oral de saberes que explicam seus cuidados com a natureza e sua luta pelo território (CEAPS, 2016).

Em 1998, após sérios embates com empresas madeireiras, que pretendiam explorar a área, os moradores conquistaram a criação da RESEX. A luta pela proteção do território, que ocupavam tradicionalmente, durou mais de uma década. Hoje, possuem amparo legal para viver e produzir na reserva, porém, enfrentam novos desafios. São muitos os recursos naturais disponíveis, mas ainda são poucas as alternativas de geração de renda, por isso a população necessita de muitas melhorias para continuar a reprodução de sua cultura com melhor qualidade de vida (FUNBIO, 2017).

Mapa 1. Resex Tapajós Arapiuns



Fonte: Henrique Martins.

Dentro desse contexto encontram-se as comunidades Aldeia Solimões e Pedra Branca.

Nesse trabalho será mostrada a realidade de duas comunidades tradicionais da Amazônia, a primeira foi a Aldeia Solimões, que em parceria com o Projeto saúde e Alegria-PSA foi beneficiada, recentemente, com a instalação de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água que foi projetado para substituir um grupo gerador diesel e a segunda é a comunidade Pedra Branca que utiliza um grupo gerador a diesel para o funcionamento do microsistema de abastecimento de água da comunidade.

A seguir faremos uma breve apresentação do PSA e do Centro Experimental Floresta Ativa (CEFA) e em seguida resume-se o conceito sobre sistemas híbridos para bombeamento de água.

4.1.2 Projeto Saúde e Alegria

O Centro de Estudos Avançados de Promoção Social e Ambiental – CEAPS, cujo nome fantasia é Projeto Saúde e Alegria (PSA) atua na Amazônia com o objetivo de promover e apoiar processos participativos de desenvolvimento comunitário integrado e sustentável, que contribuam de maneira demonstrativa no aprimoramento das políticas públicas, na qualidade de vida e no exercício da cidadania. Iniciou suas ações em 1987 junto a 16 comunidades-piloto da zona rural de Santarém/Pará. A partir de 2000, começou a expansão gradual de sua área de cobertura. Além de Santarém, atua hoje diretamente em mais três municípios do oeste paraense – Belterra, Aveiro e Juruti – Atendendo em torno de 30 mil pessoas, sobretudo populações tradicionais, muitas delas em situação de risco e vulnerabilidade (Projeto Saúde e Alegria, 2017).

Tem por objetivo apoiar processos participativos e integrados de desenvolvimento comunitário, global e sustentado, gerido pela própria população, interativos às políticas públicas e capazes de se multiplicar a partir das dinâmicas e realidades locais, contribuindo de maneira demonstrativa com experiências concretas na constituição de políticas sociais e ambientais da Amazônia (Kalil, 2016).

Conta com uma equipe multidisciplinar de médicos, agrônomos e educadores das diversas áreas que visitam regularmente as comunidades promovendo o desenvolvimento integrado através de ações voltadas para a organização comunitária; saúde, educação, arte e cultura, gênero, infância e juventude, comunicação popular e pesquisa participativa (Amazônia/Brasil 2017).

Partindo da realidade local, das necessidades mais prementes e da contrapartida dos moradores, o PSA busca soluções simples e adaptadas a partir dos recursos disponíveis nas próprias comunidades. Os programas procuram envolver todos os segmentos e faixas etárias –

lideranças, produtores rurais, monitores de saúde, parteiras tradicionais, mulheres, professores, jovens e crianças, capacitando-os como multiplicadores das ações e estimulando a autogestão (Bernardes & Oliveira, 2012).

Para desempenhar suas funções dentro da RESEX, o PSA instalou uma estrutura às proximidades da comunidade de Carão, denominada de Centro Experimental Floresta Ativa, essa instalação serve como apoio as atividades dos diversos projetos coordenados pelo PSA.

4.1.3 Centro Experimental Floresta Ativa (CEFA)

O Centro Experimental Floresta Ativa (CEFA) é um centro de referência para a capacitação e o desenvolvimento de projetos e tecnologias socioambientais aplicáveis para toda a floresta, Foto 7 Construído dentro da Resex, na comunidade de Carão, próxima da confluência entre os rios Tapajós e Arapiuns, possui um conjunto de instalações baseadas nos princípios da permacultura e da agroecologia em um único sistema integrado (Projeto Saúde e Alegria, 2017).

Foto 7 - Instalações no Centro Experimental Floresta Ativa.



Fonte: Sena (2015).

Os prédios foram construídos utilizando técnicas de bioconstrução. Além de causar o menor impacto ambiental possível, todo o complexo foi concebido valorizando o conhecimento dos povos tradicionais da Amazônia. A partir de um modelo sustentável de desenvolvimento da região, as construções tiveram como foco: eficiência energética; tratamento adequado de resíduos; aproveitamento da luz solar; da ventilação natural e o

reaproveitamento da água da chuva. Sem precisar de diesel, toda a eletricidade do complexo hoje é gerada com o uso de painéis fotovoltaicos que convertem a luz do sol em energia elétrica. O bombeamento de água do poço é mantido com energia solar (rede mocoronga 2017).

O espaço conta com estrutura básica receptiva, com redários e alojamentos com capacidade para receber mais de 200 pessoas, servindo de referência prática e educativa para vivência em oficinas, reuniões, seminários e estudos (Projeto Saúde e Alegria, 2017).

4.1.4 Identificação e caracterização dos sistemas híbridos

São modos de obtenção de energia elétrica a partir de duas ou mais fontes, como solar-eólica, solar-diesel, etc. Estes sistemas estão sendo bastante utilizados por causa da eficiência em integrar sistemas novos ou já utilizados. A complementação é um dos pontos principais, pois no sistema eólico/solar, por exemplo, nos dias em que o céu estiver nublado, a obtenção de energia por meio da placa fotovoltaica fica reduzida o aro gerador continua sua produção (OLIVEIRA, MIRANDA, KLEPA, & SANTANA, 2017)

Falando mais tecnicamente sobre a retenção e passagem de energia, os geradores podem operar de acordo com associações em série ou paralelo, no entanto, para a “geração”, é usual a associação em paralelo, pois a corrente gerada pelas diferentes fontes de energia é somada à rede elétrica, elevando a potência total (CEPEL-CRESESB, 2014).

Um sistema híbrido pode operar diretamente conectado à carga, que pode ser utilizada para bombeamento de água e aplicações que não exijam estabilidade e eficiência, por exemplo. Novamente citando o sistema eólico/solar não se pode armazenar ventos e luz, por isso durante os períodos de baixa geração e para a utilização posterior, o método convencional de armazenamento são as baterias (Pinho, et al., 2008).

Com o objetivo de se maximizar a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos, o primeiro passo na instalação do sistema de geração é a identificação e a análise das áreas disponíveis. Devem-se buscar áreas que tenham dimensões tais que possam abrigar todos os módulos, isto é, o arranjo ou arranjos, e onde estes não estejam expostos a nenhuma situação de sombreamento em qualquer época do ano.

5 RESULTADOS

Nesta parte serão apresentados os sistemas de bombeamento, instalados nas comunidades Aldeia Solimões e Pedra Branca, e suas características técnicas que foram levantadas junto à documentação dos projetos. Finalizaremos este capítulo com uma comparação entre os sistemas.

5.1 Sistema híbrido fotovoltaico-diesel da Aldeia Solimões

Em agosto de 2016, com financiamentos de projetos repassados ao PSA, foi implantado, na comunidade Aldeia Solimões, um sistema de bombeamento de água usando um gerador fotovoltaico como fonte de energia elétrica (Foto 8).

Foto 8 - Sistema de micro abastecimento da Aldeia Solimões



Fonte: Arquivo pessoal

Como a comunidade já possuía um grupo gerador diesel de 23 HP, com gerador elétrico de 18 kVA, o projeto integrou os dois sistemas num híbrido solar-diesel originando a estrutura descrita no Quadro 1.

Quadro 1 - Especificações dos Técnicas do sistema de bombeamento da Aldeia Solimões. Fonte: Projeto Saúde e Alegria

i) Poço de captação de água com 52 m de profundidade revestido com tubo geomecânico;
ii) Uma bomba submersa marca Leão, modelo 4R8-06, trifásica, 220 V e seus acessórios elétricos;
iii) Estrutura elevada em concreto, com 07 metros de altura, escada de marinheiro, guarda corpo ao redor da caixa d'água, com um abrigo para quadros elétricos e outros equipamento;
iv) Reservatório em fibra de vidro com capacidade para 20.000 litros com tubulações de subida e descida (para conexão com a rede de distribuição), conexões e acessórios de ligação à bomba;
v) Sistema de geração de energia solar fotovoltaico, composto por 10 módulos solares Canadian Solar com potência nominal de 260 Wp cada; 01 inversor de frequência WFG CFW-500; quadro elétrico com disjuntores, dispositivos de proteção de surto e chave reversora;
vi) Instalações elétricas e hidráulicas;
vii) Cerca de proteção com mourão de concreto, arame e portão acesso;
viii) Rede de distribuição de água com 3.139 m de extensão e 49 ligações domiciliares e 4 ligações em logradouros públicos;

Abaixo na Foto 9 podemos observar a obra em andamento, para a construção do elevado para a caixa de água, com 07 metros de altura, já com a escada de marinheiro e o guarda corpo e o abrigo para os quadros elétricos e demais materiais.

Foto 9 - Início da construção do elevado na aldeia Solimões



Fonte: Carlos Dombrosk.

A construção do microsistema foi feita em parceria da comunidade com o projeto Saúde e Alegria, a comunidade entrou com o trabalho em cooperativa, além de seixo, pedra e madeira, enquanto o PSA entrou com a parte do material, projeto e execução.

5.2 Sistema grupo gerador diesel comunidade Pedra Branca

Em 19 de julho de 2015 foi entregue o sistema de abastecimento de água com grupo gerador a diesel da comunidade Pedra Branca, que está localizada a margem esquerda do rio Tapajós na Reserva Extrativista Tapajós/Arapiuns (RESEX), a comunidade possui cinquenta e duas famílias residindo e cinco logradouros públicos. A finalidade do sistema é garantir acesso à água de boa qualidade para o consumo, suprimindo as necessidades básicas de todas as famílias beneficiadas (foto 10).

Foto 10 - Grupo gerador a diesel da comunidade Pedra Branca.



Fonte: Arquivo pessoal.

Abaixo, no quadro 2, temos as especificações técnicas do sistema de bombeamento da Comunidade Pedra Branca.

Quadro 2 - Especificações Técnicas do sistema de bombeamento da Comunidade Pedra Branca. Fonte: Projeto Saúde e Alegria.

- | |
|--|
| i) Poço de captação de água com 54 m de profundidade revestido com tubo geomecânico; |
| ii) Uma bomba submersa marca Leão, modelo 4R8-06, trifásica, 220 V e seus acessórios |

elétricos;
iii) Estrutura elevada em concreto, com 07 metros de altura, escada de marinho, guarda corpo ao redor da caixa d'água, com um abrigo para quadros elétricos e outros equipamento;
iv) Reservatório em fibra de vidro com capacidade para 20.000 litros com tubulações de subida e descida (para conexão com a rede de distribuição), conexões e acessórios de ligação à bomba;
v) gerador;
vi) Instalações elétricas e hidráulicas;
vii) Cerca de proteção com mourão de concreto, arame e portão acesso;
viii) Rede de distribuição com 4.584 m de extensão e 60 ligações domiciliares e 5 ligações em logradouros públicos;

5.3 Gerenciamento dos sistemas.

Logo após a entrega dos sistemas de abastecimento foi marcada uma assembleia com as comunidades de Pedra Branca e Solimões, junto ao PSA, para fazer o regimento de funcionamento dos sistemas e escolher o quadro de administradores e gerenciadores dos sistemas que são da própria comunidade. Um dos modelos de regimento encontra-se anexo. Nesse documento foram definidos os direitos e deveres dos comunitários, as tarefas da comissão coordenadora, função do conselho fiscal e está organizado da seguinte forma:

- I FINALIDADE DO SISTEMA DE ÁGUA.
- II DIREITOS E DEVERES.
- III ADMINISTRAÇÃO E GERENCIAMENTO.
- IV DAS DISPOSIÇÕES GERAIS.

Nessa estrutura podemos destacar alguns itens importantes como por exemplo os dois Artigos do item I:

- i) que trata da finalidade do sistema de abastecimento de água da aldeia de Solimões margem esquerda do rio Tapajós reserva extrativistas tapajós /Arapuins, que é de

garantir o acesso à água de boa qualidade para o consumo, suprimindo as necessidades básicas a todas as famílias beneficiadas pelo sistema;

- ii) e que o sistema de abastecimento de água é exclusivo para uso doméstico (higiene pessoal e produção de alimentação). Proporcionando uma melhor qualidade de vida e saúde a todas as famílias.

Aqui percebe-se claramente que a comunidade apoiada pelo PSA se auto organizou para gerir esse recurso do ponto de vista do acesso ao recurso e do seu uso.

No item Direitos e Deveres observamos a preocupação pelo uso racional sem desperdício da água, zelo pelo sistema de tubulação, estabelecimento de critérios, mediante pagamento da taxa mensal definida em assembleia geral, para acesso ao recurso por residência/família. Ressaltamos que elementos de participação da comunidade, de forma organizada, nas decisões pertinentes aos sistemas foram assegurados através das assembleias gerais. Evidencia-se também que os sujeitos que deverão cuidar da gestão (Manutenção e Financeira) do sistema estão presentes e que está vedado o uso do nome do sistema para fins eleitorais ou promoção pessoal.

No item Administração e Gereciamento podemos ver que essa tarefa ficou designada, com definições claras das suas atribuições, para uma comissão cujos membros serão eleitos em assembleia geral com mandato definido. As atribuições envolvem atividades de coordenação, atividades financeiras, operacional e fiscal.

Por fim, as Disposições Gerais tratam das destinações dos valores arrecadados e das restrições de uso desses valores bem como da forma da prestação de contas. Mecanismos para efetuar os reparos, novas ligações e ampliação do sistema, além dos procedimentos de corte de abastecimento, religação e reajuste das taxas também estão presentes e que alterações no Regimento só poderão ocorrer por determinação de no mínimo dois terços dos usuários da comunidade em Assembleia Geral convocada especialmente para este fim.

5.4 Comparação entre os sistemas

Nos quadros a seguir apresentaremos, através das vantagens e desvantagens de cada sistema, uma comparação entre os sistemas de bombeamento. Num primeiro momento, temos um quadro com as vantagens e desvantagens de cada sistema, sendo um com as vantagens do sistema de bombeamento fotovoltaico da Aldeia Solimões e o outro com o sistema diesel da comunidade Pedra Branca e encerramos com uma discussão entre os dois tipos de sistema.

5.4.1 Vantagens e desvantagens de cada sistema

Quadro 3 - Vantagens e desvantagens do sistema fotovoltaico.

Sistema de Bombeamento Fotovoltaico	
Vantagens do sistema fotovoltaico	Desvantagens do sistema fotovoltaico
<ul style="list-style-type: none"> • Não consome combustível. • Não produz poluição sonora. • Tem uma vida útil superior a 20 anos. • É resistente a condições climáticas extrema (vento, temperatura e umidade, granizo). • Não tem peças móveis. • Exige pouca manutenção (só a limpeza do painel). • Permite aumentar a potência instalada por meio da incorporação de módulos adicionais. • Gera energia mesmo em dias nublados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto custo inicial • Seu rendimento é atrelado ao índice de radiação solar. • Precisa de conhecimentos técnicos especiais para manutenção dos componentes eletrônicos.

Fonte: CEPEL/CRESESB 2014

Nesse quadro podemos observar que algumas das vantagens do sistema com a tecnologia fotovoltaica é que o mesmo não consome combustível fóssil, o que é muito interessante para essa região, haja vista que as comunidades se encontram em áreas remotas. Outra vantagem é que não produzem qualquer tipo de som, pois são equipamentos totalmente silenciosos devido a não existência de movimentos relativos nos componentes, exceto a bomba, mas o ruído produzido por ela fica retido internamente no poço. Por não apresentarem partes móveis, o sistema tem uma vida útil superior a 20 anos, entretanto, as garantias dos fabricantes estabelecem uma vida útil de 25 anos para as placas solares. As placas são muito resistentes, e a única manutenção requerida por elas é a limpeza para remoção de poeiras e outros resíduos que não podem se acumular nas superfícies dos painéis. Também, é possível aumentar a potência do sistema com a adição de equipamentos de mesmas características técnicas e de fabricação dos que já se encontram montados, não precisa de dias ensolarados para gerar energia. O sistema possui melhores condições de funcionamento no período compreendido entre 09h00min da manhã e 15h00min da tarde, claro que em horários de pico a sua potência é máxima. E como desvantagem está o seu alto custo inicial, o que torna

inviável a sua compra por comunidades carentes sem o apoio de organizações como o PSA, e sua eficiência máxima está atrelada às condições ótimas de radiação solar.

Quadro 4 - Vantagens e desvantagens do sistema a diesel

Sistema de Bombeamento com Grupo Gerador a Diesel	
Vantagens do sistema a diesel	Desvantagem
<ul style="list-style-type: none"> • Inversão de capital moderada. • Tecnologia bem conhecida. • Fácil de instalar. • Facilidade em encontrar peças De reposição. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção inadequada reduz sua vida útil. • Combustível caro e abastecimento irregular. • Problemas de ruído e poluição. • Emissão de gases poluentes para a atmosfera. • Necessita de Mão de obra para operação. • Dificuldade de logística para o abastecimento do combustível.

No quadro 4 temos as vantagens e desvantagens do sistema de bombeamento a diesel da comunidade Pedra Branca, como vantagem temos a inversão de capital moderada, não é um equipamento caro, sua tecnologia é bem conhecida, não precisa de mão de obra especializada para a sua operação, sua instalação e manutenção é fácil e, em qualquer lugar da cidade encontra-se peças para reposição. Já como desvantagens, a falta de manutenção desse equipamento diminui a sua vida útil, o que obriga, por exemplo, a existência de um plano de lubrificação do equipamento. Ainda desfavoravelmente temos o abastecimento por óleo diesel que num ambiente econômico de liberação dos preços de combustíveis pode inviabilizar o funcionamento do sistema, adiciona-se a isso o fato que a comunidade em estudo fica a 04:00 horas da cidade mais próxima e o acesso dar-se pelo rio, dificultando, dessa forma, o reabastecimento de combustível, soma-se a isso o fato do transporte, de forma inadequada, desse combustível na embarcação. O ruído provocado durante a operação desse equipamento é outro fator que lhe confere desvantagem em relação ao sistema fotovoltaico e, quem já ficou

próximo ao equipamento sabe o quanto de ruído é produzido. O equipamento quando em operação gera emissões de gases poluentes, provenientes da queima de combustível, enviando dióxido de carbono e outros gases para a atmosfera. Como vantagem relativa poderíamos dizer que não há necessidade de mão de obra especializada para a sua operação.

6 DISCUSSÃO

Durante a pesquisa de campo, a comunidade e o PSA relataram que a principal problemática para a instalação de sistemas fotovoltaicos voltados para bombeamento de água nessas comunidades era o alto custo inicial, haja vista que nenhuma das comunidades da Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns dispunha de recursos financeiros para esse fim. Isso foi superado com os recursos captados junto a empresas que patrocinam as ações do PSA. Ressalta-se aqui que essas comunidades, em sua maioria, são carentes de energia elétrica, água encanada, saneamento básico e até mesmo atendimentos na área da saúde. Isso nos mostra claramente que as políticas públicas não alcançam essas áreas.

Segundo Pena & Henriques (2015) o acesso à água encanada ainda é um grande problema nas comunidades pequenas, sendo que apenas as maiores comunidades têm sistemas de captação, tratamento e distribuição, implantados por meio de diferentes financiamentos e parcerias, a exemplo dos implantados pelo Projeto Saúde e Alegria e gerenciados pelas organizações comunitárias locais. Os demais continuam dependendo da água do rio e/ou utilizam um ou mais poços manuais coletivos.

Há relatos que a realidade das comunidades, atualmente mais desenvolvidas do que as não contempladas pelos financiamentos e parcerias, antes da implantação do sistema de abastecimento de água, era bastante precária, pois a obtenção de água para consumo dos moradores era realizada através da construção de poços rasos, ou ainda se utilizava água in natura diretamente do rio. A consequência disso, era a ocorrência de doenças, através da contaminação por diversos tipos de bactérias e vírus, o que ocasionava o aumento da mortalidade, entre todas as faixas etárias.

A carência das formas adequadas de abastecimento de água é responsável pelas enfermidades de origem parasitárias bacteriana e viral. As parasitoses de veiculação hídrica dominam amplamente as patologias dos habitantes pobres dos países em desenvolvimento. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 1,2 bilhão de pessoas (um sexto da população mundial) não tem acesso a água potável e 2,4 bilhões vivem sem saneamento básico, principalmente aquelas que habitam localidades distantes de centros urbanos. Em

decorrência disso, atualmente no mundo, cerca de 6 mil crianças morrem diariamente em decorrência de enfermidades associadas ao uso da água. (OMS, 2003; UNDP, 2001).

Considerando as condições de comunidades afastadas, Fedrizzi (1997) concorda que, no caso particular do fornecimento da água para populações rurais, as energias renováveis de geração autônoma, desempenham um papel importante, e tem contribuído ao desenvolvimento social de muitas regiões isoladas em várias partes do mundo. A garantia do suprimento de água, melhorando assim as condições de higiene e reduzindo a incidência de doenças associadas ao acesso inadequado da mesma.

Analisando as alternativas para a implantação do sistema de abastecimento de água nas comunidades visitadas, tanto no âmbito operacional, econômico como no ambiental, a utilização do sistema fotovoltaico autônomo, que possui mecanismo de busca do ponto de máxima potência de operação, é o ideal para suprir as necessidades de abastecimento.

Nesse sentido Fedrizzi (1997) afirma que, sua valiosa contribuição à energização rural dá-se principalmente pela possibilidade de funcionamento em localidades remotas, não dependendo de linhas de distribuição, nem do suministro de combustível de procedência externa, uma vez que seu combustível (irradiação solar) é acessível de forma gratuita, em maior ou menor medida, em toda a superfície terrestre.

No âmbito ambiental pode considerar que o sistema de bombeamento, que utiliza a energia fotovoltaica como fonte geradora, tem como prerrogativa o aproveitamento da energia eletromagnética proveniente de uma fonte inesgotável, o sol, o que contribui bastante com a manutenção dos recursos naturais e elimina a emissão de gases poluentes, por não possuir nenhum mecanismo de combustão interna.

A escolha de tal sistema sanaria também uma problemática visualizada nas visitas as comunidades, pois o alto consumo de combustíveis fósseis – no intuito de abastecer as fontes geradoras de combustão interna, que alimentam as motobombas, de algumas comunidades – trazem como consequência, um custo elevado na compra do combustível e no transporte.

Especificamente no caso brasileiro, uma vez que não se tem uma tarifa única a nível nacional e devido à grande extensão do território, os preços unitários dos combustíveis variam muito, onerando assim o consumidor localizado distante dos centros de distribuição, ou a própria concessionária de energia elétrica, quando esta arca com os custos de transporte do mesmo. (Fedrizzi, 1997)

Ainda levando em consideração uma análise técnica, apenas qualitativa, o sistema de bombeamento fotovoltaico precisa de um conversor de energia eletromagnética para energia elétrica e outro para converter a corrente gerada, nos painéis, da forma contínua para a forma

alternada, respectivamente, o painel fotovoltaico e o inversor. Esses componentes constituem os elementos chaves do sistema e, precisam ser tecnicamente dimensionados para a operação adequada do sistema. Do ponto de vista econômico, são os elementos que precisam de maior aporte de recursos financeiros. Então a escolha desses elementos recai sobre critérios técnicos e econômicos, sendo aqueles que possuem o menor custo, atendendo os critérios técnicos, os escolhidos.

As comunidades isoladas situadas na região Norte possuem características que proporcionam um ambiente favorável para a construção de um projeto como esse, isto porque os dados de radiação solar na região permanecem bastante estáveis ao longo de um ano, segundo o Atlas de irradiação solar no Brasil (1998) o índice de radiação solar na região da Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns é de 5700 a 5900 Wh/m².dia (com a máxima radiação do território Brasileiro sendo de 6300 Wh/m².dia). Outra característica favorável é a proximidade do território amazônico a linha do equador, proporcionando baixa variação no dia solar, melhorando assim o rendimento do sistema.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a energia elétrica e o abastecimento de água de qualidade são fundamentais para suprir às necessidades humanas, a falta de sistemas de captação e tratamento adequado pode acarretar inúmeras patologias. No entanto, ao obter esse benefício, uma comunidade pode realizar inúmeras atividades, podendo proporcionar o desenvolvimento da região e conseqüentemente melhorar a economia local. Portanto, é importante suprir a crescente demanda das comunidades isoladas.

Podemos observar, durante a pesquisa, que a comunidade, em parceria com o PSA, promoveu mecanismos de organização social em torno desse projeto, haja vista que os comunitários, com a colaboração do PSA, organizou um regimento de funcionamento para o sistema de abastecimento de água, onde está instituída a responsabilidade de cada comunitário e, cujo objetivo é administrar, de forma consciente e responsável, o uso da água. Esse processo gerou um padrão que poderá ser replicado em outras localidades e, isso contribui para o desenvolvimento da auto estima dos membros da comunidade. Vale ressaltar que comunidades tradicionais como essas na Amazônia, em geral, não são assistidas pelas políticas públicas.

No caso da energia solar, o governo, através de políticas públicas, poderia reduzir impostos para os componentes do sistema de conversão elétrica fotovoltaica, para estimular a utilização de fontes renováveis nessas comunidades.

Dentro dos critérios analisados, a viabilidade do projeto de bombeamento fotovoltaico é positiva, pois é favorável ao meio ambiente e é uma alternativa para regiões rurais e áreas isoladas. Ao longo dessa pesquisa, realizada na Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns, podemos ver de perto toda a dificuldade dessa população com a falta do básico para sobrevivência, ou seja, energia elétrica e acesso à água de boa qualidade.

O objetivo do trabalho foi alcançado, já que ficou constatado que a aplicação de uma fonte renovável para geração elétrica com finalidade para o bombeamento de água, em comunidades isoladas, mostra-se tecnicamente eficaz, apesar que economicamente só se viabiliza se houver aporte externo de recursos ou políticas públicas que permitam o acesso a essas tecnologias com investimentos mais adequados para a realidade das comunidades isoladas.

Como tendência observada na literatura pesquisada, podemos inferir que com o avanço tecnológico, o custo dos equipamentos envolvidos no processo de produção de energia elétrica, a partir da energia solar, apresentam uma tendência de queda, viabilizando a

instalação desses sistemas nas comunidades isoladas, aliando-se a esse avanço, ainda temos o apelo mundial para a conservação do meio ambiente e a promoção do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ABSOLAR (São Paulo). **ABSOLAR quer energia fotovoltaica em prédios públicos e casas populares. Associação levou programa nacional ao MME.** 2018. Disponível em: <<http://absolar.org.br/noticia/noticias-externas/absolar-quer-energia-fotovoltaica-em-predios-publicos-e-casas-populares-associacao-levou-programa-na.html>>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- Alvarenga, C. A. (s.d.). **Bombeamento de Água com Energia Solar Fotovoltaica.** Belo Horizonte, MG, Brasil. Fonte: <http://www.solenerg.com.br/files/Bombeamento-de-agua-com-energia%20solar-Solenerg-Engenharia.pdf>.
- Bernardes, D. A., & Oliveira, F. d. (2012). **Projeto Saúde & Alegria: Educação Em Saúde Para Melhor.** (Uninter, Ed.) Revista Saúde e Desenvolvimento, 20.
- BRAGA, P. R. (2008). **Energia solar fotovoltaica. fundamentos e aplicações.**
- CEAPS, P. (2016). **Relatório Anual 2016.** Santarém - PA: PSA.
- CEPEL-CRESESB. (Agosto de 2014). **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES.** Rio de Janeiro: Edição Especial.
- DNIT, Departamento De Infra-Estrutura De Transportes;. (2005). **Estudos de viabilidade técnico-econômica concernentes à construção da br – 163/ mt/PA, trecho: Guarantã do Norte/ mt – santarém / pa.** Santarém - PA: Ministério dos Transportes.
- FEDRIZZI, Maria Cristina. **Fornecimento de água com sistemas de bombeamento fotovoltaico:** Dimensionamento simplificado e análise de competitividade para sistemas de pequeno porte. 1997. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Energia, Instituto de Eletrotécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Cap. 1.
- FUNBIO. (2017). Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - **Relatório Anual 2016.** Assessoria de Comunicação e Marketing.

HALCROW, W. ., (1981). **Small-scale solarpowered irrigation pumping systems. Phase I Project Report**, UNDP Project-GLO/78/004, Intermediate Technology Development Group, . Londres.

Kalil, P. (2016). **Centro Experimental Floresta Ativa é inaugurado na Resex Tapajós-Arapiuns**. Fonte: Rede Macoronga: <https://medium.com/rede-macoronga/inaugura%C3%A7%C3%A3o-do-centro-experimental-de-floresta-ativa-na-resex-tapaj%C3%B3s-arapiuns-d85f59149393>

Kritski, P. B. (2016). **desenvolvimentode carregador de bateria para sistema fotovoltaico isolado para aplicações em estações de telecomunicações e de medição meteorologica**. Curitiba.

MESSENGER, R., & VENTRE, J. (2010). **Photovoltaic Systems Engineering**.
Ministério de Minas e Energia - MME. (2003). Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – PRODEEM.

Ministério da Saúde. (2011). Portaria Nº2914 de 12 de Dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade**. Brasil.

OLIVEIRA, S. M., MIRANDA, A., KLEPA, R. B., & SANTANA, J. C. (2017). **Energia Híbrida e suas aplicações em sistemas Fotovoltáicos**. **Simposio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**, 12.

PENA, F., & HENRIQUES, G. (2015). **Almanaque da Reserva extrativista Tapajós-Arapiuns** (Vol. 1). Santarém, Brasil: CEAPS - Projeto Saúde e alegria.

PERLIN, J. (1999). **From space to earth the story of solar electricity**. Hardcopy.

Pinho, J. T., Barbosa, C. O., Pereira, E. d., Souza, H. S., Blasques, L. M., Galhardo, M. B., & Macêdo, W. N. (2008). **Sistemas Híbridos. Soluções Energéticas para a Amazônia**, 1, 1. Brasília, DF, Brasil: Ministério de Minas e Energia.

PRODEEM - Energia das Pequenas Comunidades. (2001). **Relatório de Atividades (agosto 2000-março 2001)**. Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios. Brasília: Ministério de Minas e Energia.

Projeto Saúde e Alegria. (agosto de 2017). **Floresta Ativa: Desenvolvimento territorial**. Fonte: Projeto saúde e Alegria : <http://www.saudeealegria.org.br/?projeto=desenvolvimento-territorial/floresta-ativa>

RUTHER, R. (2004). **Edifícios Solares Fotovoltaicos – O potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis: UFSC/ LABSOLAR.

Santos, Marow, F., Melo, & Santiago, D. F. (2015). **Introdução aos conceitos e estudo de viabilidade técnico e econômico para implantação de uma central de geração de energia eólico-solar, a ser introduzida na rede básica**. Departamento de Engenharia Elétrica - DEE.

Seguel, J. L. (2009). **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital**. Belo Horizonte - MG: Universidade Federal de Minas Gerais (DISSERTAÇÃO).

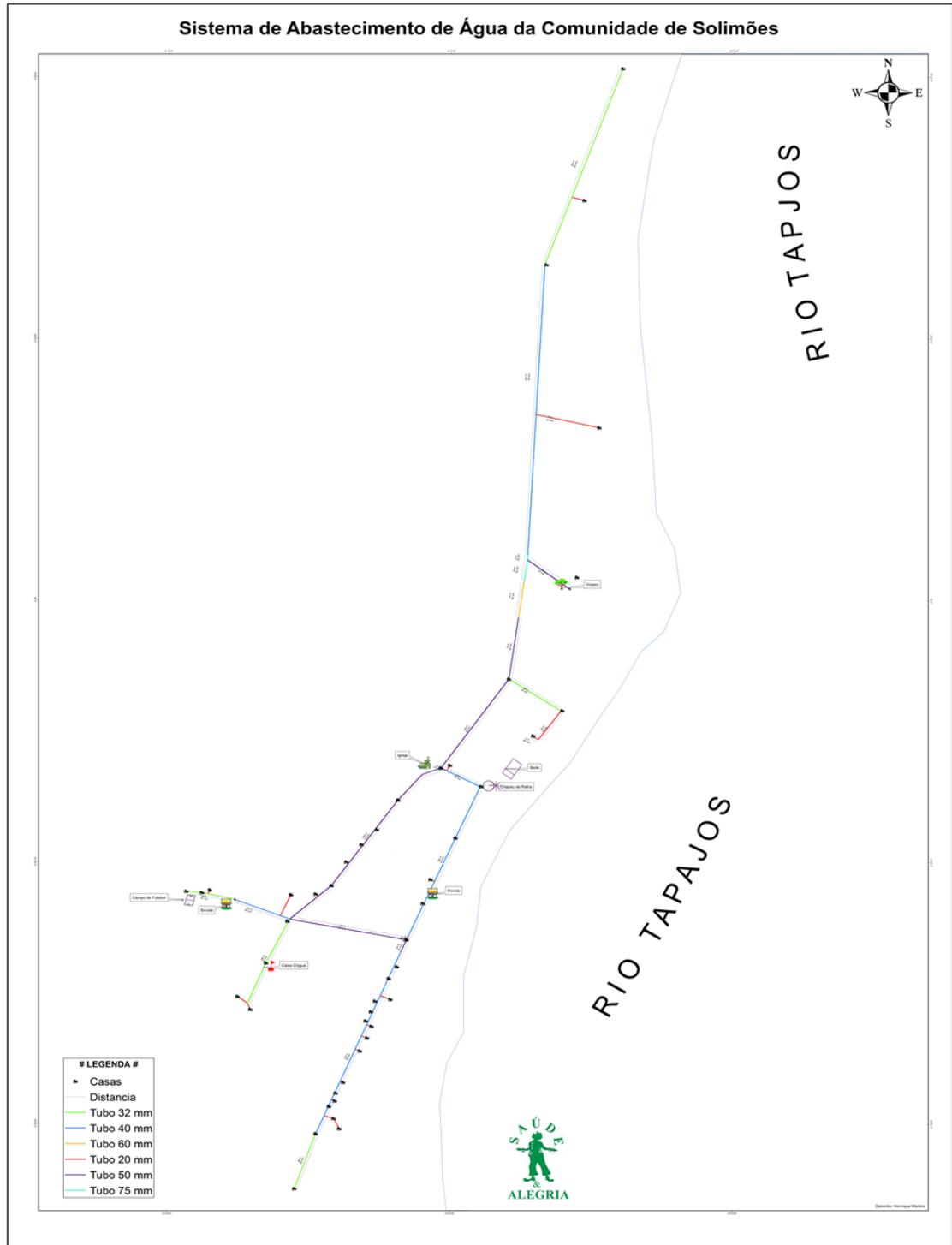
SERVANT, J. M. (1994). **“Recent developments in PV pumping applications and research in European Community”**. Amsterdam: 12th European Photovoltaic Solar Energy Conference.

UNDP. Project-GLO/78/004. **Small-scale solar-powered irrigation pumping systems: Phase-I Project Report**. Londres: Intermediate Technology Development Group, 1981.

WHO – The World Health Organization. **The right to water**. Geneva: World Health Organization, 2003. [Health and human rights publication series – 3.]

ANEXOS

ANEXO A - Faixa de tubulação do sistema de água da comunidade Solimões



Fonte; Projeto Saúde e Alegria.

ANEXO C - Sistema de abastecimento da comunidade Aldeia Solimões.



Fonte: Projeto Saúde e alegria

ANEXO D – Estatuto montados pelos líderes comunitários

RIO TAPAJÓS RESEX EXTRATIVISTA TAPAJÓS/ARAPIUNS MUNICIPIO DE SANTARÉM-PARÁ.

REGIMENTO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA FOTOVOLTAICO DA ALDEIA DE SOLIMÕES – MARGEM ESQUERDA DO RIO TAPAJÓS, RESEX-TAPAJÓS/ARAPIUNS, MUNICIPIO DE SANTARÉM – ESTADO DO PARÁ.

I- FINALIDADE DO SISTEMA DE ÁGUA.

Finalidade do Sistema de Abastecimento de Água

Artigo 1º - A finalidade do sistema de abastecimento de água da aldeia de Solimões margem esquerda do rio Tapajós reserva extrativistas tapajós /Arapiums, é de garantir o acesso à água de boa qualidade para o consumo, suprimindo as necessidades básicas a todas as famílias beneficiadas pelo sistema

Artigo 2º- O sistema de abastecimento de água é exclusivo para uso doméstico (higiene pessoal e produção de alimentação). Proporcionando uma melhor qualidade de vida e saúde a todas as famílias.

II-DIREITOS E DEVERES

Art.3º - É dever de todos os consumidores a utilização da água de maneira racional sem desperdício.

Art. 4º - E dever do usuário não fazer roça e queimadas próximo à rede de água respeitando (05 (cinco) metros de ambos os lados fora da rede).

Art. 5º - Cada residência/ família (dentro da zona urbana) da aldeia SOLIMÕES terá direito a uma torneira ou mais, porem o seu acesso à água do sistema de abastecimento, dependera do pagamento da taxa mensal definida em assembleia geral.

Art. 6º - Todo consumidor terá o direito e dever, de comparecer às reuniões e assembleias gerais ordinárias e extraordinárias, votar e ser votado, discutir e fazer proposições nessas oportunidades.

Paragrafo 1º - Participar dos trabalhos de limpeza e serviços no sistema de abastecimento de água.

Paragrafo 2º As reuniões ordinárias dos usuários, serão realizadas de (02) (dois) em (02) (dois) meses, sempre sexta-feira a noite.

Art. 7º - E dever de todo consumidor comunicar a qualquer um dos membros da comissão coordenadora do sistema de abastecimento de água os problemas que estejam ocorrendo tais como: cano quebrado, desperdício de água e vazamentos.

Art. 8º - E dever da comissão coordenadora do sistema, comunicar aos consumidores com dois dias de antecedência a interrupção do fornecimento de água para limpeza do reservatório, ressaltando os problemas como falta de sol manutenção ou imprevistos.

Art. 9º - E dever de cada residência pagar uma taxa pelo uso do sistema de abastecimento de água , cujo o valor será discutido, aprovado e registrado em ata da Assembleia Geral dos usuários, mediante comprovação despesas na manutenção do sistema.

Paragrafo único – A taxa será paga em lugar fixo e de conhecimento de todos os consumidores da Aldeia de Solimões, e o usuário devera exigir um comprovante devidamente assinado por ele e carimbado pelo coordenador ou pelo tesoureiro ou por um membro da comissão coordenadora do sistema.

Art. 10 - E de responsabilidade do consumidor fazer a manutenção da rede em sua residência sendo que estes reparos somente poderão ocorrer na presença de um membro da equipe operadora.

Art. 11 A qualquer tempo o consumidor poderá solicitar a paralisação ou a religação do fornecimento de água, desde que esteja em dia com suas obrigações referentes à taxa mensal.

Art. 12 - E dever do usuário fiscalizar e denuncia junto a assembleia geral, as infrações cometidas quanto ao uso do nome do sistema de abastecimento de água, para projeção pessoal ou para fins eleitores.

III – ADMINISTRAÇÃO E GERENCIAMENTO

Art. 13 - O sistema de água da Aldeia de SOLIMOES é gerenciado por uma Comissão Coordenadora e por um Conselho Fiscal, composto por membros da comunidade, nos seguintes cargos:

- (um) coordenador geral
- (um) vice-coordenador.
- (um) secretario, (um) segundo secretario.
- (um) tesoureiro (um) segundo tesoureiro.

- (três) membros da equipe operadora.
- (três) membros do conselho fiscal.

Paragrafo único - Os membros da comissão serão eleitos em Assembleia Geral, previamente convocada para tal fim, com o mandato de (um) ano.

Art. 14 - São Tarefas da Comissão Coordenadora.

- Cumprir e fazer as deliberações da Assembleia Geral, do Conselho Fiscal e dela própria.
- Caso algum membro da comissão não der conta da função a ele atribuída pelos usuários, o mesmo poderá entregar o cargo, ou poderá ser substituído pela Assembleia Geral.
- Convocar ordinária e extraordinariamente a Assembleia Geral.
- Encaminhar à Assembleia Geral os casos não previstos no presente Regimento.
- Reunir periodicamente, para avaliar, planejar e prestar contas das suas atividades.
- Recolher mensalmente as taxas pagas pelos usuários, cabendo essa atribuição somente aos membros da comissão coordenadora.

Art. 15 – Os Diretores Tem as Seguintes Funções.

Coordenador Geral:

- Coordenar e representar dentro e fora da comunidade os objetivos do sistema de abastecimento de água.
- Garantir os direitos e deveres de todos os usuários, respeitando esse Regimento e as decisões da Assembleia Geral.
- Coordenar os trabalhos referentes ao sistema de água definidos em Assembleia Geral e reuniões da comissão
- Acatar opiniões e sugestões, levando-as para serem discutidos em Assembleia Geral.
- Respeitar as funções de cada membro da comissão coordenadora, e ajudar orientar quando for necessário.
- Apoiar eventos e iniciativas que possam gerar recursos para o sistema de abastecimento de água.

Vice-Coordenador:

- Participar ativamente nas reuniões e trabalhos promovidos pela Comissão.
- Assumir as funções na Comissão Coordenadora na ausência do coordenador.
- Não se ausentar das demandas gerais da Comissão.

Secretario (a) Primeiro e Segundo

- Manter sobre a sua guarda documentos e arquivos referentes ao sistema.
- Fazer a ata e relatório das reuniões e Assembleias Gerais.
- Providenciar livros e atas, fichários e talões.

Tesoureiro (a) Primeiro e Segundo.

- Controlar todas as entradas e saídas dos recursos do sistema.
- Deliberar em conjunto com o coordenador compras e pagamentos.
- Receber dos usuários o pagamento da taxa mensal e outras obrigações.
- Prestar contas para a Comissão Coordenadora ao Conselho Fiscal e Assembleia Geral.
- Aplicar os recursos conforme decisões da Assembleia Geral.

Equipe Operadora:

- O sistema de abastecimento de água da **Aldeia de Solimões**, terá uma Equipe Operadora composta por (três) membros, obrigatoriamente da comunidade, escolhidos em Assembleia Geral, que deverão ter “um mínimo” de experiência e também participar de capacitação para operar o comando elétrico e hidráulico do sistema de água.
- A Equipe Operadora do sistema de água terá um mandato de (um) ano conforme os demais diretores da Comissão Coordenadora, podendo ser reeleitos.
- A Equipe Operadora deverá capacitar sempre novas pessoas.
- Fica proibido que qualquer membro da Comissão Coordenadora Equipe Operadora trabalhe no sistema em estado de embriaguez. Caso isso seja comprovado o membro será afastado do cargo de acordo com a Assembleia geral.
- Somente os operadores poderão efetuar qualquer serviço no sistema, rede Geral.
- Os operadores receberão uma gratificação pelo exercício de suas funções, sendo que o valor será estipulado pela Assembleia Geral deverá contar no relatório mensal de prestação de contas.
- Os operadores deverão fazer e cumprir uma escala de trabalho, podendo ser semanal, mensal ou trimestral.

Paragrafo Único: Em caso de renúncia ou outros impedimentos @ diretor membro da comissão coordenadora deverá comunicar a todos os usuários seu afastamento pelo menos um mês de antecedência.

Art. 16 – Funções do Conselho Fiscal:

- O conselho fiscal é composto por (três) pessoas usuários.
- O conselho fiscal é independente da comissão coordenadora.

- O conselho fiscal terá livre acesso as prestações de contas de entradas e saídas.
- O conselho fiscal cobrará de cada usuário o zelo pelo patrimônio do sistema de abastecimento de água e bom uso.
- Os membros do conselho não poderão acumular funções, comissão coordenadora e conselho fiscal.

IV – DAS DISPOSIÇÕES GERAIS.

Art. 17 – Os valores arrecadados através da taxa, serão destinados prioritariamente para manutenção bomba de água Sistema Solar e similares, sendo que a forma de aplicação de eventuais saldos financeiros será discutida e aprovada em Assembleia Geral.

Parágrafo 1º: Em nenhuma hipótese o saldo financeiro poderá ser utilizado na forma de empréstimo ou doação, devendo permanecer em uma (cofre) conta bancária exclusiva do sistema até que a assembleia geral decida por sua aplicação.

Parágrafo 2º - A comissão deverá ter um bom controle para que após o término de garantia principalmente da bomba do poço, possa ser comprada outra para reserva.

Art. 18 - As prestações de contas e as avaliações de funcionamento do sistema de abastecimento de água deverão ser aprovados pela Assembleia Geral que ocorrerá a cada dois meses na última sexta-feira, no final desse segundo mês.

Art. 19 - Os reparos, novas ligações e ampliação de rede domiciliar serão realizados quando for preciso ou que aconteça algum problema na rede geral.

Art. 20 – O pagamento da taxa será realizado até o dia 10 (dez) de cada mês, com tolerância máxima de mais 05 (cinco) dias.

Parágrafo 1º Não havendo pagamento até a tolerância, o abastecimento para a residência será interrompido.

Parágrafo 2º - Havendo o corte; para religar novamente o usuário pagará o valor referente a três taxas mensais.

Art. 21 – As taxas poderão sofrer reajuste mas sempre definido em Assembleia Geral.

Art. 22 – As torneiras instaladas em locais públicos quando não usadas serão lacradas.

Art. 23 – O consumidor que efetuar ou permitir que pessoas não autorizadas pela equipe operadora realizem tais serviços no sistema, rede geral ou domiciliar, será punida com pagamento de uma taxa de (10%) do salário mínimo vigente no País.

Art. 24 – Para efeito das decisões tomadas em assembleia geral sobre o sistema de abastecimento de água e para qualquer providência que exija essa forma de representação, fica eleita como representante legal dos moradores da **Aldeia de SOLIMÕES a comissão coordenadora.**

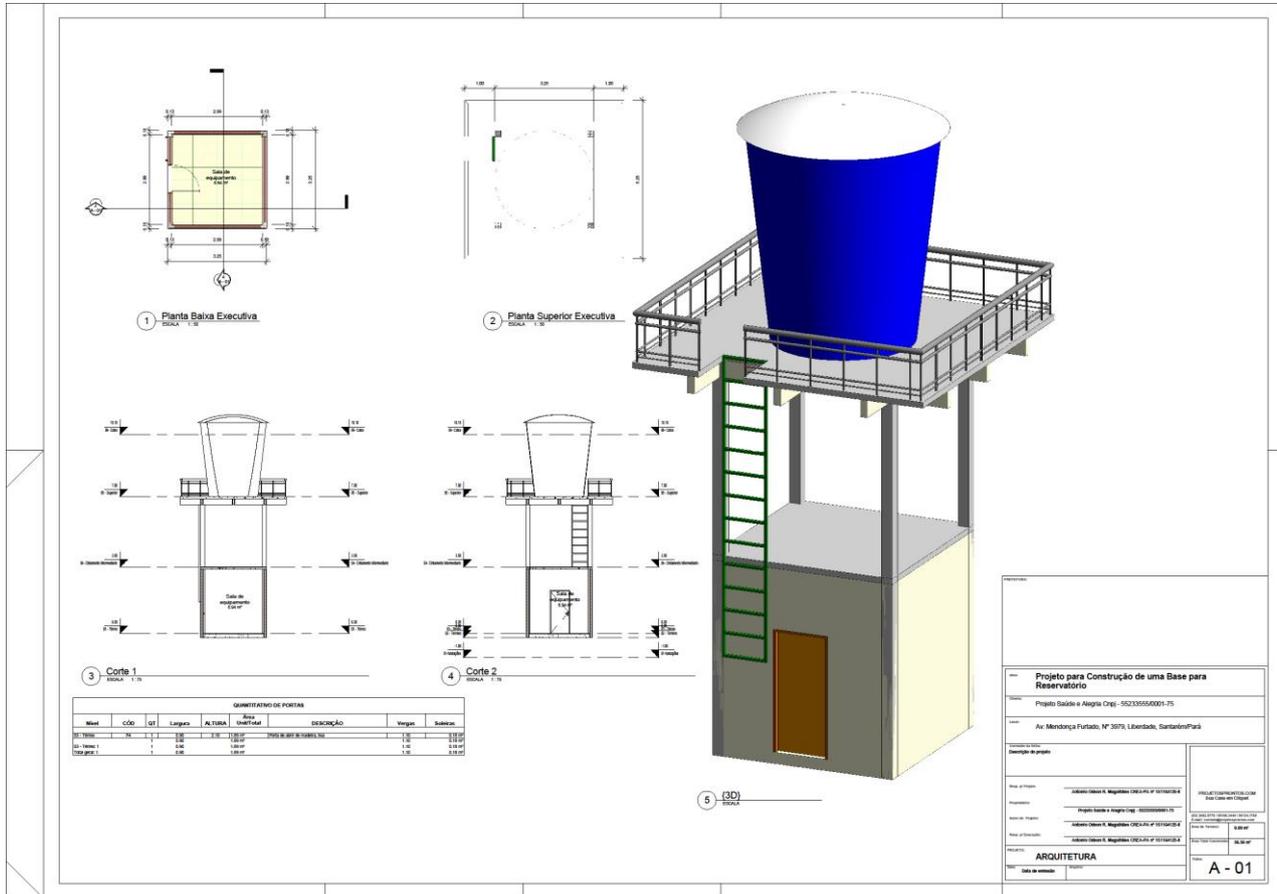
Art. 25 – Qualquer mudança neste regimento somente poderá ocorrer por determinação de no mínimo dois terços dos usuários da **Aldeia de SOLIMÕES** em Assembleia Geral convocada especialmente para este fim

Art. 26 – Para efeitos de controle cada família residência terá direito a (um) voto independente do número de pessoas em cada família, tendo direito ao voto o representante familiar acima de 16 anos.

Art. 27 - As normas deste regimento entram em vigor na data de sua aprovação.

ALDEIA DE SOLIMÕES - Santarém –Pará 19 de março 2016.

ANEXO E – Projeto do elevador da caixa d’água para sistema de abastecimento de água.



Fonte; Projeto Saúde e Alegria.

