



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS – IEG
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

VALDETH DOS SANTOS DE SOUSA

**FUNCIONAMENTO DOS MICROSSISTEMAS DE ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA INSTALADOS PELA PREFEITURA NAS COMUNIDADES
RURAS DO MUNICÍPIO DE SANTARÉM**

SANTARÉM

2018

VALDETH DOS SANTOS DE SOUSA

**FUNCIONAMENTO DOS MICROSSISTEMAS DE ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA INSTALADOS PELA PREFEITURA NAS COMUNIDADES
RURAS DO MUNICÍPIO DE SANTARÉM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências.

Orientador: Manoel Roberval Pimentel Santos

SANTARÉM

2018

**FUNCIONAMENTO DOS MICROSSISTEMAS DE ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA INSTALADOS PELA PREFEITURA NAS COMUNIDADES
RURAS DO MUNICÍPIO DE SANTARÉM.**

Valdeth dos Santos de Sousa*

Manoel Roberval Pimentel dos Santos**

Resumo: O município de Santarém, localizado na região Oeste estado do Pará, possui uma área territorial de 22.886,76 km² e possui uma população de 294.774 habitantes segundo o Censo 2010. Além de sua sede, o município é composto por inúmeras comunidades rurais e grande parte destas, encontra-se nas margens dos rios que atravessam o município, dos quais se destacam o Amazonas, o Tapajós, o Arapíuns e o Curuá-úna. Muitas dessas comunidades, por conta de seu isolamento geográfico, encontram-se, também, isoladas do ponto de vista do abastecimento elétrico e, conseqüentemente, estão desprovidas de todos os benefícios que se pode ter através da utilização de energia elétrica, desde o simples acesso aos principais meios de comunicação, passando pela precariedade da educação, até mesmo à falta das mínimas condições de moradia necessárias a todo cidadão. Em algumas destas comunidades, a prefeitura de Santarém instalou nos últimos anos microssistemas de energia solar fotovoltaica para atender, principalmente, às necessidades das escolas e postos de saúde. Porém por falta treinamento e manutenção para o uso destes microssistemas, muitos deles encontram-se parados ou com o funcionamento ineficiente. A realização deste projeto visa, inicialmente, fazer um levantamento de todos os microssistemas instalados pela prefeitura nas comunidades rurais do município, bem como suas condições de funcionamento. Em seguida a equipe do projeto, em com apoio da Prefeitura de Santarém buscará soluções para realizar manutenção nos microssistemas e realizar treinamento para o uso correto destes microssistemas de modo que eles possam gerar maior benefício para estas comunidades.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Energia, Microssistemas.

* <http://lattes.cnpq.br/3519569742365289> valldetthy@hotmail.com

** <http://lattes.cnpq.br/4389055765529053> proroberval@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi excelente oportunidade para se efetuar um levantamento pioneiro na região, algo fundamental para o entendimento dos problemas relacionados aos microssistemas de energia solar fotovoltaica nas comunidades atendidas pelo projeto. As atividades aqui desenvolvidas foram vistas como o início de uma conscientização da dificuldade enfrentada pelas comunidades na região que não dispõe de energia elétrica, além da falta de suporte técnico para as comunidades que já possuem sistemas solares implantados. Devido as comunidades estarem localizadas em regiões isoladas geograficamente há uma escassez de acesso às necessidades básicas das famílias em relação energia elétrica e seus benefícios. A ação teve a conhecer e aprimorar os microssistemas solares fotovoltaicos instalados nas regiões aos redores da cidade de Santarém através de uma pesquisa bibliográfica a cerca da geração de energia elétrica a partir da energia solar e o estudo da composição e dos componentes de um microssistema isolado (off grid); foi realizado, ainda, um levantamento de dados a respeito de sistemas instalados sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Santarém, projetos e ONGs.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O acesso a fontes de energia tem sido visto, cada vez mais, como fundamental para uma existência digna. Al-Nasser, Ex-Presidente da Assembleia Geral da ONU, afirmou em entrevista que quanto mais energia disponível para as comunidades, maior o impacto sobre a segurança alimentar, saúde, educação, transportes, comunicações, água e saneamento (ONU BRASIL, 2012). Em alinhamento com este pensamento, já tramita na Câmara dos Deputados uma Proposta de Emenda à Constituição (PEC) que inclui o acesso à energia elétrica entre os direitos sociais previstos na Constituição Brasileira (DCI, 2013).

Os benefícios imediatos são muitos. A iluminação de escolas melhora as condições de estudo de alunos que trabalham durante o dia e estudam durante a noite, além de permitir o acesso a vídeos e outros recursos multimídia voltados à educação. A eletrificação de postos de saúde permite a conservação de vacinas e

outros medicamentos, além de garantir melhores condições à execução de procedimentos durante a noite e o uso de equipamentos simples, porém vitais, como nebulizadores de ar. Sistemas de comunicação baseados em rádios e até mesmo celulares podem ser mantidos ativos à disposição da comunidade. Sistemas de TV via satélite permitem o acesso aos canais escolares, a telejornais, eventos esportivos, e a outras expressões culturais. A captação de água potável, seja ela centralizada ou descentralizada, tem o potencial de reduzir a incidência de doenças causadas por água contaminada, diminuindo os índices de mortalidade infantil e a disseminação de doenças como viroses e verminoses. Atividades econômicas desenvolvidas em cooperativa podem florescer com o uso de ferramentas que sejam capazes de multiplicar os esforços dos trabalhadores locais, trazendo geração de renda e emprego. As possibilidades são muitas. Por este motivo a ONU considera que a disponibilização de energia pode contribuir fortemente para os esforços de erradicação da pobreza extrema (ONU BRASIL, 2012). O desafio é gerar e distribuir a energia em quantidade razoável a um custo exequível.

Energia, em suas várias formas, pode ser extraída de várias fontes possíveis. Do Sol, dos ventos, dos rios e igarapés, dos resíduos orgânicos de processos econômicos como a produção de farinha e a criação de animais. Para atender às necessidades de uma comunidade, esta energia pode ser convertida em energia elétrica, térmica ou mecânica, útil para iluminação, captação de água, irrigação de lavouras, acionamento de casas de farinha, dentre outras finalidades. O acesso a tais facilidades é capaz de melhorar em muito as condições de vida em comunidades isoladas, desconectadas das grandes linhas de distribuição de energia elétrica.

Cada comunidade isolada possui suas próprias características. Relevo, proximidade de cursos de água, enchentes anuais, níveis de radiação solar, exposição a ventos, atividades econômicas geradoras de resíduos, disponibilidade de matéria orgânica residual proveniente da própria natureza. Para que seja possível decidir qual fonte energética é a mais disponível e acessível em uma dada comunidade, deve-se fazer o levantamento do potencial energético do local em pelo menos quatro formas: solar, eólica, hídrica e biomassa.

O Sol fornece milhares de vezes mais a energia necessária ao consumo mundial. Várias formas de aproveitamento desta energia já são utilizadas há muito

tempo, como a secagem de roupas, alimentos e iluminação, e novas formas mais recentes, através de equipamentos tecnológicos, tem se tornado cada vez mais acessíveis, como o aquecimento da água com coletores solares e a conversão direta em energia elétrica por meio de células fotovoltaicas (PINHO, et al., 2008).

O levantamento do potencial solar é fundamental para o projeto bem sucedido de tais sistemas. Dados de radiação têm sido coletados de forma ampla para muitas localidades do mundo, incluindo o Brasil (INMET, LABSOLAR/EMC/UFSC, 1998), no entanto o emprego de equipamentos mais precisos, baseados no efeito termoeletrico, bem como de sensores de estações automatizadas é ainda muito incipiente para atender às necessidades de todo o território nacional (PINHO, et al., 2008).

A medição da radiação solar, tanto a componente direta como a componente difusa, na superfície terrestre é de grande importância para os estudos das influências das condições climáticas e atmosféricas sobre instalações de sistemas térmicos e fotovoltaicos em uma determinada região. Um histórico detalhado destas medições ao longo dos meses do ano é fundamental para que o projetista dimensione sistemas capazes de atender às necessidades de seus usuários ao longo do ano, posto que as variações da intensidade da radiação solar sofrem significativas alterações (PINHO, et al., 2008). O LBA - Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia, do Ministério da Ciência e Tecnologia, possui medições históricas da radiação solar na região Oeste do Pará, obtidas em suas torres de meteorologia, que podem ser o ponto de partida para estudos mais detalhados para a obtenção do potencial de energia solar em cada comunidade. Estes estudos incluiriam fatores específicos de cada comunidade como o sombreamento causado pela vegetação local ao longo do dia e a disponibilidade de locais adequados para a instalação dos sistemas fotovoltaicos.

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica, um dispositivo fabricado com material semicondutor, a unidade fundamental desse processo de conversão. O efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar (ou outras formas apropriadas de energia). Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas,

destaca-se o silício. A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica. Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25% (CRESESB/CEPEL, 2014).

Em 1993 a produção de células fotovoltaicas atingiu a marca de 60 MWp, sendo o Silício quase absoluto no “ranking” dos materiais utilizados. O Silício, segundo elemento mais abundante no globo terrestre, tem sido explorado sob diversas formas: monocristalino, policristalino e amorfo. No entanto, a busca de materiais alternativos é intensa e concentra-se na área de filmes finos, onde o Silício amorfo se enquadra. Células de filmes finos, além de utilizarem menor quantidade de material do que as que apresentam estruturas cristalinas requerem uma menor quantidade de energia no seu processo de fabricação. Ou seja, possuem uma maior eficiência energética (UFPE, 1992).

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 arranjos fotovoltaicos, constituídos por módulos fotovoltaicos de diferentes associações, o cabeamento elétrico que os interliga e a estrutura de suporte. O bloco de condicionamento de potência pode ter conversores corrente contínua – corrente alternada, seguidor de ponto de potência máxima, 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.

Todo sistema fotovoltaico instalado deve passar por inspeção e manutenção regularmente de forma a garantir uma operação eficiente e impedir a ocorrência de problemas futuros. Para isso, recomenda-se elaborar e seguir um plano de operação e manutenção, baseando-se nas recomendações feitas pelos fabricantes dos equipamentos utilizados no sistema e nas normas pertinentes à segurança e à utilização dos equipamentos envolvidos na instalação fotovoltaica.

3 METODOLOGIA

I – Embasamento teórico e prático : a compreensão detalhada do processo de conversão de energia solar em elétrica, composição, montagem e manutenção de

sistemas fotovoltaicos isolados foi o objetivo desta primeira etapa do Projeto. O objetivo foi familiarizar a bolsista e dos demais alunos envolvidos com todos os aspectos de funcionamento de um microssistema de geração fotovoltaico isolado, tais como aqueles que estão instalados nas comunidades a serem estudadas. Para isso, foram realizados estudos dirigidos, seminários e mini-cursos. II – Levantamento dos microssistemas instalados nas comunidades pela Prefeitura. Foi realizado levantamento junto aos órgãos da Prefeitura Municipal de Santarém sobre os microssistemas e as comunidades onde estes estão instalados. Tivemos dificuldades de encontrar informações junto à Prefeitura de Santarém. Fizemos visitas nas secretarias municipal de Educação e de Engenharia, mas não obtivemos informações ou simplesmente, fomos informados que não havia microssistemas instalados por estes setores. Com certa dificuldades, conseguimos levantar que a ONG Projeto Saúde e Alegria, instalou alguns microssistemas, mas ainda estamos tentando descobrir em quais comunidades tais microssistemas foram instalados. III – Treinamento em operação e manutenção aos usuários. O treinamento não foi possível devido não ter ocorrido aulas práticas. A parte do conhecimento obtido foi apenas teórico, inviabilizando a capacitação para o efetivo treinamento de comunitários.

4 RESULTADOS

Entre os resultados alcançados, estão a compreensão detalhada do processo de conversão de energia solar em elétrica, composição dos microssistemas, levantamento de dados instalados pela prefeitura e levantamento de dados instalados pelo Projeto Saúde e Alegria. Segundo pesquisas, a Prefeitura Municipal de Santarém não dispõe de Sistemas Solares Fotovoltaicos instalados nas comunidades rurais de Santarém, os sistemas existentes são ações da ONG Projeto Saúde e Alegria em parceria com financiadores privados ou mesmo financiada pela própria comunidade. Cerca de 500 placas estão em uso para diversas finalidades como bombeamento de água, iluminação, armazenamento de alimentos através de refrigeração, postos de saúdes, inclusão digital entre outras. Cerca de 50 kit solares fotovoltaicos foram instalados nas comunidades de Maripá e Santi, na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.

5 DISCUSSÃO

As discussões giram em torno dos problemas enfrentados relacionados com a aquisição dos dados referente aos microssistemas instalados nas comunidades tais como:

- I. Levantamentos das informações junto aos órgãos competentes do sistema solares fotovoltaicos já implementados em comunidades rurais de Santarém;
- II. Falta de disponibilidade do comunitário técnico responsável para acompanhamento a campo, dificultando diagnóstico e a caracterização dos sistemas ativos e inativos instalados nas comunidades selecionadas para visitaçãõ.
- III. Dificuldades de acesso e de autorização da comunidade para iniciar as coletas de observação participativas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho foi de extrema importância na obtenção de conhecimento e também acarretados de problemas relacionados abaixo:: I. Levantamentos das informações junto aos órgãos competentes do sistema solares fotovoltaicos já implementados em comunidades rurais de Santarém; II. Falta de disponibilidade do comunitário técnico responsável para acompanhamento a campo, dificultando diagnóstico e a caracterização dos sistemas ativos e inativos instalados nas comunidades selecionadas para visitaçãõ. III. Dificuldades de acesso e de autorização da comunidade para iniciar as coletas de observação participativas.

REFERÊNCIAS

1. ACEVEDO, O. C. Interação superfície-atmosfera. *Ciência & Natura: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade de Santa Maria, Santa Maria*, p. 89-106, julho/2003.
2. CORRÊA, P. B. Fontes de energias renováveis: estudo de caso para a energia solar na região de Santarém-PA
3. Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL) - "Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos", 2014.
4. Grupo FAE / DEN (UFPE), "I Curso sobre Eletrificação Rural com Tecnologia Fotovoltaica", Parte 1, 1992.
5. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, acessado em 29/04/10.
6. IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Disponível em: <http://www.iea.org>, acessado em 10/06/10.

7. MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Disponível em: <http://luzparatodos.mme.gov.br>, acessado em 28/02/2011.
8. PINHO, João Tavares, et al, Sistemas híbridos - soluções energéticas para a Amazônia Híbrido. Programa Luz Para Todos, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2008.
9. PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENG FÍSICA, UFOPA, 2015.
10. Siemens Solar Industries - Training Department, "Photovoltaic Technology and System Design -Training Manual", 1990, Edition 4.0