

A INSERÇÃO DE INDÍGENAS NA SOCIEDADE MODERNA ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR

THE INDIGENOUS INSERTION IN MODERN SOCIETY THROUGH SOLAR ENERGY

Gabriel Alves de Aquino¹, Gabriella de Souza Cabral², Marcus Valério Rocha Garcia³

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar como é e como tem sido feita a inserção de indígenas na sociedade através da capacitação, instalação e manutenção de energia solar em suas comunidades e reservas. A energia elétrica é um recurso escasso nas reservas, muitas vezes havendo apenas em alguns momentos do dia, ou sequer existindo. O fornecimento, quando é feito, é através de geradores alimentados por óleo diesel de cidades próximas. Com base na instalação de painéis de energia fotovoltaica, a inserção é feita a partir da abertura de novos caminhos para essas comunidades indígenas, com projetos de industrialização (com criação de indústrias ou melhora de já existentes) e subsistência (como escolas, hospitais e igrejas).

Palavras-chave: Energia. Inserção. Reserva. Comunidade. Indígena.

Abstract: The objective of this article is to present how it is and how the insertion of indigenous people into society through training, installation and maintenance of solar energy in their communities and reserves. Electricity is a scarce resource in reserves, often only available at certain times of the day, or not at all. The supply, when done, is through generators powered by diesel oil from nearby cities. Based on the installation of photovoltaic energy panels, the insertion is made from the opening of new paths for these indigenous communities, with industrialization projects (with the creation of industries or improvement of existing ones) and subsistence (such as schools, hospitals and churches).

Keywords: Energy. Insertion. Reserves. Community. Indigenous.

I. INTRODUÇÃO

O artigo pretende analisar e demonstrar como o uso da energia solar pode substituir o uso de energias não renováveis e poluentes, e também inseri-la, em aldeias onde não há tecnologia, como também podem melhorar seu ambiente. Alguns exemplos utilizados são as aldeias Kumenê e Kumarumã, onde a única fonte de energia era um motor a diesel que era alimentado por uma cidade vizinha, e este além de ser poluente, ocorria problemas técnicos e não havia quem realizasse a manutenção, e a aldeia Raimundo do Vale, onde atualmente 80% da energia proveniente para a aldeia chega através de placas solares, e estas também abastecem a extração de produtos e a indústria local. O objetivo deste artigo é demonstrar como é possível a inserção de aldeias indígenas na sociedade através de energia elétrica limpa para fins de subsistência e industrialização, sem que estas percam a sua cultura ou seu meio comum de vida, como pesca, caça, necessidades básicas e afins.

Mesmo com os avanços tecnológicos e sociais das últimas décadas, no Brasil, em especial em regiões rurais, ainda há uma parcela significativa de comunidades e aldeias indígenas em que há pouco contato com eletricidade e industrialização. De acordo com o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) a maior parte das chamadas “Localidades Isoladas” ou “Sistemas Isolados” estão, em sua maioria, em regiões

¹Acadêmico do Curso de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário ENIAC. e-mail: galvesdeaquino@gmail.com

²Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário ENIAC. e-mail: 235202017@gmail.com

³ Mestre em Ciências, Professor e Pesquisador do NUPE no Centro Universitário ENIAC. e-mail: marcus.valerio@eniac.edu.br

Norte, como Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Amapá e Pará. Sistemas Isolados são locais onde o sistema elétrico não está conectado com o Sistema Interligado Nacional (SIN). Atualmente, existem cerca de 212 localidades onde há sistemas isolados. Porém, há projetos atualmente que visam a implementação de sistemas de energia solar em reservas indígenas, com foco na subsistência ou industrialização de regiões próximas dessas aldeias.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A energia elétrica, em sua maior parte, é fornecida através por meio do SIN (Sistema Interligado Nacional). Este é um conjunto de instalações que fornecem energia para cerca de 99% do território nacional. O restante é realizado por Sistemas Isolados, seja através de linhas de transmissão provenientes de outros países (como a Venezuela) ou de cidades mais próximas, através de motores a diesel. Estes Sistemas isolados são sistemas de serviço público de distribuição de energia elétrica desconectados do SIN, e a maior parte deles se encontra na região Norte, nos estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Amapá e Para (ONS, 2022).

A energia solar citada neste artigo está diretamente ligada a placas de energia fotovoltaica. A energia fotovoltaica é uma alternativa importante quando se trata de preservação ambiental, pois mesmo usando baterias para o armazenamento de energia, ela está sendo transformada de forma limpa e sem emissão de poluentes, logo, sem impactos ambientais. O funcionamento de um painel solar funciona da seguinte forma: quando os fótons atingem as células fotovoltaicas, faz com que alguns elétrons que circundam os átomos se soltem e migrem para a parte da célula de silício que está com falta de elétrons, criando assim uma corrente elétrica, comumente chamada de “energia solar fotovoltaica”. A idéia da transformação de energia solar em energia elétrica começa a ser desenvolvida em 1839, quando o físico francês Edmond Becquerel, observou que placas de

latão imersas em um eletrólito líquido produziam eletricidade, quando as mesmas eram expostas à luz solar. (MACHADO, 2015).

A partir deste fenômeno foi dado o nome de efeito fotovoltaico. Em 1883, um inventor americano chamado Charles Fritts construiu a primeira bateria solar a partir de folhas de selênio. Apesar da eficiência de conversão elétrica ser apenas de 1%, seu dispositivo teve muita repercussão, pois até o dado momento não era de crença e de conhecimento geral de que seria possível gerar energia sem queima de combustível. (KOMP, 2001).

A primeira célula solar a base de silício foi desenvolvida em 1954, pelos cientistas da empresa de pesquisa industrial Bell Labs. A célula tinha uma eficiência de 6%. Desde então, as pesquisas no ramo não cessaram. Atualmente, os painéis solares tem uma eficiência entre 15% e 20%. Painéis de qualidade mais elevada garantem eficiência de até 22% (JESUS, 2020).

A. A ALDEIA KUMENÊ E KUMARUMÃ

Em casos como o Amapá, as aldeias Kumenê e Kumarumã, que ao todo somam por volta de 5 mil indígenas, sobrevivem com escasso fornecimento infrequente de eletricidade. A energia fica disponível em certos períodos no decorrer do dia, e essa eletricidade é fornecida através de geradores a diesel, diesel este que a Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA) fornece para as aldeias no decorrer do mês. Porém, nem sempre o combustível chega as comunidades, por instabilidades no caminho, e também por problemas de manutenção, pois também acontece de os geradores quebrarem, trazendo instabilidade para as duas aldeias, não só na sua vida cotidiana, como também no atendimento a saúde, já que as geladeiras não se mantêm na temperatura certa para vacinas para a comunidade. Além disso, também há o fator de aumento da poluição atmosférica pelo uso do óleo diesel, a liberação de gases péssimos para o meio ambiente e para a aldeia como um todo, tais

como Monóxido de Carbono e Óxidos de Enxofre.

Porém, em um trabalho conjunto entre a Universidade Unicamp, a empresa Easy Watt e o Instituto de Pesquisa e formação Indígena (Iepé), em março de 2021, ambas aldeias receberam instalações de painéis solares, estes que fornecem energia elétrica para os postos de saúde das aldeias. O financiamento do projeto é feito pela Embaixada da França, e é parte de um projeto que pretende durar por volta de seis anos na região. (PRADO, 2021)

A equipe trabalhou juntamente com os indígenas, montando oficinas para capacitá-los para realizar a instalação, operação e manutenção dos equipamentos. As oficinas ensinam de forma que dê autonomia para os próprios moradores resolverem eventuais problemas, como também deve facilitar para instalações futuras que servirão para novas casas e construções locais.

B. ALDEIA RAIMUNDO DO VALE

Outro caso interessante ocorre na aldeia Raimundo do Vale, localizado no Porto Walter, no Acre. Lá, a energia solar abastece cerca de 80% da indústria local, auxilia a extração de produtos vindos do fruto cocão, e provê energia a 39 famílias da aldeia.

A ação é financiada por uma parceria entre a cooperativa Pushuã, do povo Arara, e a secretaria Estadual de Meio Ambiente. Um dos objetivos do projeto é realizar melhor proveito da fruta típica da região, o cocão. Este, é consumido, porém, possui um óleo que pode ser extraído e o restante da fruta é transformada em amêndoa seca e carvão. Por conta do problema da aldeia não ter nenhum tipo de energia elétrica, foi necessário um projeto para a instalação de um sistema de energia solar (um dos poucos existentes no estado do Acre no momento em que o artigo original foi escrito) que existem no estado.

Na época, segundo o membro da cooperativa Pushuã, Salustiano Shawadawam, a energia limpa era uma questão de preocupação para a empresa. A cooperativa refletiu como poderia realizar 100% do

aproveitamento da fruta, de forma que não prejudicasse a natureza. Assim, surgiu a ideia da implantação do sistema de energia solar.

De toda energia utilizada no projeto, as placas solares têm a capacidade de abastecer 80% da energia, sendo apenas 20% sendo reforçada por geradores de energia, conforme apresentado na figura 1, onde há apenas uma das casas com placas de energia solar.

Figura 1 - Aldeia Raimundo do Vale com Painéis solares.



Fonte: Portal Solar, 2018.

Porém, isso é temporário, e a cooperativa pretende chegar aos 100% em toda a instalação. O objetivo da cooperativa é vender o carvão produzido para olarias e outros compradores. Isso gera renda para as famílias indígenas que estão no projeto, além de usar de forma limpa e sustentável as matérias primas da região. (NASSA et al., 2018)

C. ALDEIA JESUS DE NAZARÉ

A aldeia de Jesus de Nazaré foi fundada há 5 anos (na época do artigo escrito, 2008), pelo xavante Pedro Wairotsu, de 59 anos. Formada por 23 ocas em um círculo, as aldeias ficam a 450 quilômetros a leste de Cuiabá, sendo a sociedade mais próxima o município de General Carneiro. O acesso para as aldeias é via estrada de terra, sendo interrompido por riachos com pontes de madeiras rústicas e colchetes que dividem propriedades privadas. A aldeia abriga 200 pessoas, e foi beneficiada em 2008, com obras de saneamento da FUNASA, que implantou um sistema de canalização de água, construindo reservatórios de

água e furando poços. A partir dessas ações, houve significativas mudanças de higiene nas famílias moradoras do local, que, aos poucos, deixaram de usar água do córrego Barreiro, que fica próxima a aldeia (cerca de 400 metros).

“[...] A chegada da água melhorou muito o dia a dia do meu povo”, declarou o chefe da aldeia, Wairotsu, enquanto fiscalizava, juntamente com o chefe da Divisão de Engenharia e Saúde Pública (Diesp) da Coordenação Regional da FUNASA de Mato Grosso. Além da rede de água, a FUNASA tem Agentes Indígenas de Saneamento (Aisans) em cerca de 70% das aldeias do estado. Neste projeto, foram utilizadas placas solares de forma que acionem a bomba d’água que abastece o reservatório da aldeia, como é possível observar na figura 2.

Figura 2 - Reservatórios de água em funcionamento com base em energia solar, em Nova Nazaré.



Fonte: FUNASA, 2009.

“Em Jesus de Nazaré, investimos R\$ 89 mil para garantir 24 ligações domiciliares, perfuramos um poço de 72 metros e construímos 612 metros de rede de água e um reservatório para 15 mil litros. Também capacitamos um morador como Aisan [...]” conta o coordenador Marco Antônio Stangherlin. (TOSCANO et al., 2009).

D. IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA USO COMUNITÁRIO NO PARQUE INDÍGENA DO XINGU

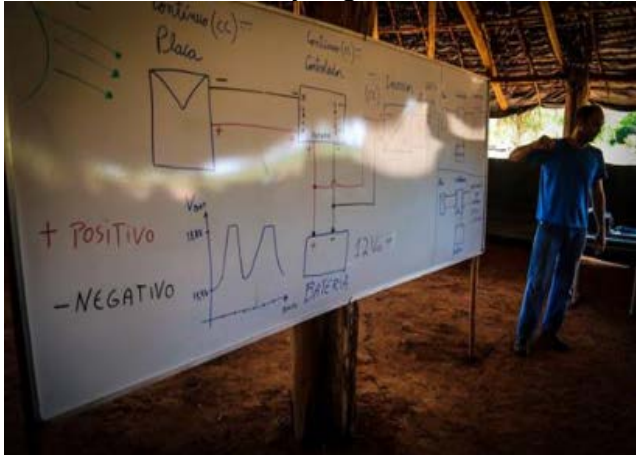
Outro exemplo interessante é do parque indígena do Xingu. Neste, foram divididos em duas fases: a primeira, que foi focado em capacitações teóricas e práticas, e a segunda, sendo a instalação dos sistemas, essa com a participação efetiva dos alunos da primeira fase.

Na primeira fase, ocorreu o processo de treinamento e capacitação dos alunos, e ela foi realizada em três etapas, que também pode ser dividida em três locais: o primeiro no Polo Diauarum, que ocorreu entre os dias 29 de maio e 02 de junho de 2016. Nesta primeira etapa, participaram 44 alunos provenientes de 34 aldeias. Já na segunda etapa, que foi na Aldeia Piyulaga, que ocorreu entre os dias 26 e 30 de setembro de 2016, participaram 32 alunos de 21 aldeias. Na última etapa, ocorreu entre os dias 29 de maio e 2 de junho de 2017, na Aldeia Kuluene, participando 37 alunos e 25 aldeias. Os alunos foram escolhidos pelas respectivas comunidades, pelos próprios critérios de cada uma.

Conforme apresentado na figura 3, as aulas teóricas ocorreram nos primeiros dias de cada etapa, utilizando de recursos expositivos como lousa e projetor. Foi ensinado conceitos básicos sobre energia elétrica, conceitos básicos sobre energia solar fotovoltaica, formas de geração de energia elétrica, descargas atmosféricas, entre outros. Também foram introduzidos e reforçados durante as aulas conceitos de diagramas simplificados para conexão dos sistemas. Os alunos copiavam objetivando a maior compreensão e fixação dos conteúdos. A idéia era que cada aluno transformasse seu caderno em um livro de guia rápido para instalações futuras.

Também foram feitas diferenciações de cores nos circuitos, sendo usadas: cor azul para fiação de corrente alternada, cor vermelho para positivo, e preto ou azul para negativo, em representações de corrente contínua.

Figura 3 - Aulas teóricas de eletricidade básica na Aldeia Piyulaga.



Fonte: Zilles, 2018.

As aulas práticas consistiram em montagens de sistemas isolados (conforme foi apresentado na figura 4), com os alunos sendo divididos em grupos, e sistemas sendo montados de 12 ou 24 Vc.c, com módulos, baterias, controladores de carga e inversores. É possível observar que a compreensão dos alunos ficava muito mais fácil quando participavam previamente de instalações de pelo menos um sistema. Também foi possível observar que, mesmo alguns alunos não sabendo ou não conseguindo se expressar em português, na prática a maioria demonstrava ter aprendido e entendido o conteúdo, ou seja, instalando e operando adequadamente componentes dos sistemas. (ZILLES et al., 2018).

Figura 4 - Aulas práticas com instalação de placas solares e componentes.



Fonte: Zilles, 2018.

Já na segunda fase, foi o processo de participação efetiva dos alunos em sistemas com apoio e supervisão da equipe LSF-IEE/USP, conforme observado na figura 5. Cada comunidade escolheu um lugar comunitário para a instalação do seu sistema (como escolas ou postos de saúde). A comunidade deveria fornecer o poste para fixação do gerador e estrutura para a instalação das baterias.

Figura 5 - Processo de instalação do sistema fotovoltaico nas aldeias.



Fonte: Zilles, 2018.

Vale salientar que, durante a instalação de cada sistema foi considerada sugestões da comunidade quanto à edificação que deveria conceber o sistema. Com isso em mente, a equipe instaladora escolheu locais mais adequados para a instalação do posto, quadro elétrico, banco de baterias, entre outros. Os membros da equipe instaladora se revezavam entre os trabalhos de instalação de cada componente. No final do processo, as instalações passaram por vistoria da equipe técnica do LSF-IEE/USP e os usuários receberam orientações para a utilização e manutenção dos sistemas.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado como método estudos de caso de projetos como o Xingu Solar juntamente ao IEMA que mostra como eles utilizam energia limpa, a energia solar fotovoltaica para trazer estabilidade na rede elétrica utilizada pela população ribeirinha, pois se trata-se de redes independentes que distribuem energia para a aldeia, diminuindo a perda de energia

geradas antes pelos geradores a diesel utilizando dados da ANEEL e EPE como base de estudos juntamente os projetos Xingu Solar que mostra a dificuldade que era a logística da energia elétrica em região remotas e como a escolha da energia solar foi o mais adequado para ampliar o acesso a eletricidade, aumentar a formação técnica dos moradores dessa comunidade ribeirinha na utilização da energia elétrica solar. Conforme mostrado na figura 6, onde é possível observar o número de aldeias visitadas durante o projeto. Também pode ser observado na figura 7 em porcentagem quantas aldeias foram visitadas, e quantas tem ou não energia, sendo elétrica ou fotovoltaica.

Figura 6 - número de aldeias que foram visitadas que tem acesso a energia elétrica, sendo a diesel, ou sistemas fotovoltaicos.



Fonte: IEMA, 2019.

Figura 7 - Porcentagem de indígenas entrevistados, em relação a comunidades onde há energia solar.



Fonte: IEMA, 2019.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A chegada da energia solar nas aldeias trouxe grandes vantagens no quesito de modernização e industrialização para as aldeias, além de não alterar o meio ambiente e manter a preservação dos costumes.

Antes, a energia era através de geradores movidos a diesel, que contaminam o ar com os poluentes, além de trazer cada vez mais instabilidade na energia elétrica. O diesel que chegava para as aldeias enviado pelas estradas que cortam a região norte do país, porém em temporadas de chuvas era quase impossível trafegar por elas, pois cerca de 65% das estradas não são asfaltadas, sendo logisticamente inviável e não confiável, isso sem contar que os geradores eram antigos e podiam eventualmente quebrar e, assim, deixando sem energia as residências, e principalmente a unidade de saúde, mesmo se chegasse o diesel. O projeto possibilita energia limpa e estável para manter remédios e vacinas conservadas, coisa que não era possível antes, por conta dos riscos do gerador. As casas utilizam a energia gerada pelos painéis, e mesmo em épocas de chuvas e tempos nublados, não há problema, pois possuem baterias capazes de armazenar até 3 dias de energia gerada pelos painéis caso a intensidade de luz solar seja menor.

Além disso, a preservação da natureza é um dos grandes resultados, pois as aldeias são as principais responsáveis pela preservação das florestas e meio ambiente. A utilização dos geradores a diesel emitem gases poluentes, podendo gerar problemas respiratórios, já que essa utilização dos geradores a diesel era precária e poluente tanto sonora como do ar, logo, a energia solar além de ser limpa e estável, melhora a qualidade de vida e a modernização das aldeias, apesar que atualmente o projeto ainda não está atendendo a demanda de energia elétrica em toda sua capacidade, ainda é necessário a utilização dos geradores a diesel.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por todos esses aspectos apresentados, a energia solar foi a melhor alternativa encontrada na região

norte do país, devido à baixa manutenção, facilidade de instalação e sendo uma rede de energia estável, além de não emitir poluentes e não haver alterações no meio ambiente para sua instalação, além de criar a possibilidade de ampliar atividades culturais e educacionais e produtivas nas aldeias, garantindo qualidade de vida e que a modernização chegue até em regiões mais remotas e de difícil acesso na região norte brasileira.

VI. REFERÊNCIAS

BOLETIM Informativo Especial FUNASA: Saúde indígena: uma década de compromisso. [S. l.], Abril 2009. Disponível em:

http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/blt_abr_2009.pdf. Acesso em: 5 abr. 2022.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). Aprendizados e desafios da inserção de tecnologia solar fotovoltaica no Território Indígena do Xingu, 2019. Disponível em: <<https://energiaambiente.org.br/>> Acesso em 11 de abr. de 2022.

KOMP, R. J. Practical photovoltaics: eletricity from solar cells, 3a. ed., aatec publications: Ann Arbor, 2001.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista virtual de química**, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015.

NASSA, Thiago *et al.* Sistema de energia solar é implantado em aldeia indígena no interior do Acre: A aldeia indígena Raimundo Vale, do povo Arara em Porto Walter, no Acre, implantou um sistema de energia solar que abastece 80% da indústria local.. [S. l.], 29 jan. 2018. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/sistema-de-energia-solar-e-implantado-em-aldeia-indigena-no-interior-do-acre.html>. Acesso em: 2 abr. 2022.

NO PARÁ, energia solar chega em aldeias da região do médio Xingu. **Governo Federal**, 2021.

Disponível em <<https://www.gov.br/funai/pt-br/assuntos/noticias/2021/no-para-energia-solar-chega-a-aldeias-da-regiao-do-medio-xingu>> Acesso em: 09 de abr. de 2022

PRADO, Ana. Projeto leva energia solar para aldeias indígenas no Amapá. **Uol**, 2021. Disponível <<https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2021/04/29/projeto-leva-energia-solar-aldeias-indigenas-do-amapa.htm>> Acesso em: 09 de abr. de 2022.

SOBRE O SIN: SISTEMAS ISOLADOS. *In*: SISTEMAS ISOLADOS. [S. l.], 2022. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/sistemas-isolados>. Acesso em: 5 abr. 2022.> Acesso em: 09 de abr. de 2022.

SOUSA, Vinicius de. Xingu Solar, Como a energia renovável pode beneficiar o Território Indígena do Xingu. IEMA, Março de 2019. Disponível em: <http://energiaambiente.org.br/wp-content/uploads/2019/01/relatorio_xingusolar_1.pdf> Acesso em 11 de abr. de 2022.

ZILLES, Roberto *et al.* PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA USO COMUNITÁRIO NO PARQUE INDÍGENA DO XINGU. [S. l.], 17 abr. 2018. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/483/483>. Acesso em: 2 abr. 2022.