

Complementos indispensáveis para a implementação apropriada da energia solar fotovoltaica como tecnologia no programa Luz para Todos

RESUMO

Iniciado em 2004 pelo Governo Federal, o programa Luz Para Todos (LpT) visa proporcionar às famílias de baixa renda do meio rural melhorias na saúde, educação e qualidade de vida, utilizando a eletrificação como vetor para o desenvolvimento social e econômico, que aprimora o Índice de Desenvolvimento Humano. O propósito deste artigo é abordar a importância da apropriação da tecnologia para o sucesso de programas LpT quando se utiliza, especificamente, energia solar fotovoltaica. Em detalhe, o trabalho busca demonstrar a dificuldade de implantação de um sistema isolado de energia nas extensas e afastadas localidades da região norte do país. Essas regiões não possuem as condições logísticas adequadas, dificultando, assim, a prestação de um serviço apropriado de instalação, operação e manutenção dos sistemas de geração. São apresentadas as dificuldades encontradas na implantação do projeto LpT devidas à falta de complementos, ou seja, à falta de treinamento da população. Embora a evolução do programa com as diferentes normativas tenha incrementado as boas práticas de operação e manutenção, ainda há um vácuo na incorporação tecnológica por parte das comunidades, que permita a correta implementação de manutenções programadas e não programadas. Assim, para o adequado uso e manutenção, são necessárias formas adicionais de socialização, como treinamentos, que permitam a verdadeira incorporação das tecnologias. São mostrados também casos em que as tecnologias foram implantadas de forma exitosa, devido justamente à implementação de complementos adequados que permitiram a apropriação das tecnologias envolvidas. Os casos relatados, com a implementação adequada ou não, incluem o programa LpT e outros programas sociais de universalização de serviços básicos, como por exemplo o Programa de Um Milhão de Cisternas e o Programa Litro de Luz e o Desenvolvimento social. Finalmente, são apresentadas as recomendações para a implementação adequada de um sistema básico de energia solar fotovoltaica.

PALAVRAS-CHAVE: Treinamento. Luz Para Todos. Manutenção. Fotovoltaico. Apropriação tecnológica. Tecnologia social.

INTRODUÇÃO

A sociedade moderna é profundamente dependente de energia elétrica, sendo que diversas atividades cotidianas estão intrinsecamente ligadas à sua disponibilidade. Desde a iluminação para afazeres domésticos até o

José Vitor Gomes
Universidade Federal de Itajubá,
Itajubá, Minas Gerais
josevitor@unifei.edu.br

Jesús Antonio García Sánchez
Universidade Federal de Itajubá,
Itajubá, Minas Gerais
jesus@unifei.edu.br

funcionamento de máquinas e equipamentos, a energia elétrica desempenha um papel crucial. Além disso, a manutenção da vida por meio de aparelhos hospitalares está diretamente vinculada à continuidade deste recurso.

Normalmente, os pequenos produtores rurais em áreas isoladas do país, como no Norte e Nordeste, frequentemente não têm acesso ao sistema interligado de energia. Isso ocorre, em parte, devido ao desinteresse das concessionárias de energia e às dificuldades técnicas associadas à sua implementação. No entanto, a alternativa para fornecer energia a esses locais remotos é o abastecimento por meio de sistemas de geração autônomos. Diante desse cenário, o Ministério de Minas e Energia, utilizando sua capacidade estatal, implementou o programa Luz Para Todos (LpT) (M. de M. e E. MME, 2009). Iniciado em 2004, o programa busca proporcionar inclusão energética e social a milhares de brasileiros.

O LpT é considerado o maior programa de eletrificação rural do Brasil e também o maior vetor de desenvolvimento para famílias rurais isoladas (Pereira, Cepel, Freitas, & Silva, 2010). No entanto, para assegurar o sucesso integral do programa, é essencial fornecerem, além da sua implementação, ferramentas que permitam às comunidades manter o sistema em funcionamento (Mendiondo & Oliveira, 2014).

Sendo assim, é necessário implementar, juntamente com o programa, elementos que assegurem seu sucesso a longo prazo. Nesse sentido, um treinamento envolvendo a comunidade antes da instalação torna-se essencial. Considerando que, durante o funcionamento dos equipamentos, serão os próprios moradores que deverão encontrar soluções para resolver eventuais problemas, o treinamento se torna uma peça fundamental no processo.

Nesse contexto, é necessário esclarecer que, para sistemas de geração, existem dois tipos de manutenção: a programada e a não programada. Segundo Luis & Costa (2001), a manutenção programada engloba as manutenções preventiva e preditiva, geralmente realizadas pelo próprio usuário, sem a necessidade de amplos conhecimentos técnicos. Já a manutenção não programada refere-se às manutenções corretivas e extraordinárias, sendo de responsabilidade da operadora em locais remotos (Vasconcelos, Morais, Cristina, & Pontes, 2022).

É importante ressaltar que a manutenção programada é fundamental para garantir o bom funcionamento e a eficiência do sistema, permitindo a identificação precoce de problemas. Por outro lado, a manutenção não programada em locais remotos pode ser mais desafiadora e exigir expertise técnica. No que diz respeito à manutenção preventiva, cabe ao usuário realizar inspeções de rotina, manutenção e limpeza dos módulos em um intervalo de tempo programado. Isso inclui a inspeção visual dos painéis, a limpeza regular de sujeira acumulada, o monitoramento do crescimento de vegetação ao redor, a verificação dos cabos e conexões, o monitoramento do desempenho do sistema, bem como a verificação da segurança dos componentes elétricos. A inspeção deve ser realizada regularmente para garantir que o sistema esteja operando de maneira eficiente e segura, integrando a fase principal desses sistemas e perdurando durante toda a sua vida útil (Luis & Costa, 2021), 2021).

A manutenção programada em um sistema fotovoltaico geralmente envolve atividades como limpeza, inspeção e substituição. Portanto, o treinamento dos novos usuários é ponto chave para os programas alcançarem seus objetivos (Muller, 2016).

Segundo a evolução do programa LpT, essas dificuldades provavelmente têm sido identificadas, mas as medidas adotadas, como a criação de manuais, procedimentos e guias, na maioria dos casos, não conseguem promover uma “apropriação” da tecnologia envolvida no sistema. Isso ocorre porque esses recursos são direcionados para usuários com formação técnica, não atendendo às necessidades dos usuários leigos comuns no setor rural. Em suma, esta pesquisa procura destacar a importância do treinamento dos beneficiários como um complemento fundamental para a correta operação e manutenção das tecnologias envolvidas no programa LpT, garantido, assim, o desenvolvimento adequado do mesmo.

Com base em outros programas de sucesso, como o Programa de Cisternas (Cisternas, 2015; Uematsu, 2021), sabe-se que uma solução eficaz é a utilização de manuais didáticos baseados em figuras e diagramas explicativos. Esses manuais são concebidos para serem acessíveis, mesmo para pessoas que não foram alfabetizadas. Geralmente, eles contêm todos os procedimentos necessários para que o sistema possa operar de forma satisfatória, concentrando-se especificamente no ensino dos procedimentos básicos de manutenção. É importante destacar que a falta de manutenção pode resultar em falhas na geração e danos aos sistemas.

Naturalmente, no contexto do treinamento, é essencial seguir as normas regulamentadoras de segurança. Isso se torna imprescindível para aprender a identificar os riscos do trabalho, garantindo a integridade tanto dos próprios participantes quanto dos moradores envolvidos em atividades relacionadas à eletricidade.

De maneira geral, esta pesquisa visa ressaltar a importância do treinamento dos beneficiários como um componente crucial para o desenvolvimento bem-sucedido do programa LpT. O foco está nos potenciais falhos na implementação do programa que surgem devido à falta de conhecimento ou apropriação da tecnologia. Especificamente, busca-se evidenciar que a ausência de um treinamento adequado pode comprometer a implementação eficaz e duradoura do programa LpT.

Contudo, é crucial destacar a importância do programa LpT no desenvolvimento regional das áreas mais afastadas do Brasil. Segundo Cardoso *et al.* (2013) para que a participação efetiva da população ocorra e a energia seja verdadeiramente um impulsionador do desenvolvimento, é necessário que a eletricidade funcione como catalisador para o progresso. A eletrificação, especialmente em regiões com baixo dinamismo produtivo, é a força motriz necessária para impulsionar a localidade.

Assim, este trabalho não tem a intenção de criticar o programa LpT, mas sim de complementá-lo para aumentar sua eficácia. Especificamente, busca-se evidenciar a necessidade de incorporar ações complementares ao programa LpT, permitindo às comunidades (usuários) a apropriação das tecnologias instaladas e, com isso, possibilitar formas adequadas de operação e manutenção.

O programa Luz para todos

O Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica, Luz para Todos, foi instituído pelo governo federal em 2003 com o objetivo de

acelerar o acesso à eletricidade nas áreas rurais. O LpT foi estabelecido pelo Decreto nº. 4.873, de 11 de novembro de 2003, e modificado pelo Decreto nº 6.442, de 25 de abril de 2008, por meio do sistema isolado. Em 2018, o Programa LpT foi renovado para o ciclo de 2019 até 2022, com o objetivo de atender 2 milhões de habitantes no país que ainda não têm acesso à eletricidade, sendo as comunidades indígenas, quilombolas e extrativistas consideradas prioritárias (Decreto nº 9.357/2018)(IEMA, 2019).

Considerado o maior programa de eletrificação rural do Brasil e um dos maiores globalmente, conforme o Ministério de Minas e Energia, em um relatório parcial publicado em 2009, o programa LpT foi instituído para atender, até o ano de 2010, a demanda de energia elétrica de uma parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não tinha acesso a esse serviço público ou tinha acesso precário por meio de geradores a diesel. A Resolução nº. 83 de 2004 regulamenta as características dos sistemas individuais de geração com fontes intermitentes no âmbito do LpT, e em 2009, foi publicado o Manual de Projetos Especiais, contendo as diretrizes específicas de cada projeto (Mendiondo & Oliveira, 2014). A Tabela 1 fornece informações detalhadas do Marco Legal do programa LpT.

Tabela 1 Marco Legal do Programa LpT (MME, 2018)

Regulamentação	Descrição
Lei Nº 10.438 de 2002	Esta lei se desempenha um papel fundamental como uma das precursoras na criação das bases que permitiram o desenvolvimento do programa LpT. Nesta lei, foi instituída a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), um fundo setorial destinado a prover recursos para a universalização do serviço de energia elétrica. Além disso, a lei estabeleceu a obrigação das concessionárias e permissionárias de energia elétrica apresentarem ao Ministério de Minas e Energia os planos de e metas de atendimento para as localidades não cobertas, dentro das áreas de concessão ou permissão. Adicionalmente, foram definidas tarifas reduzidas para as famílias de baixa renda.
Decreto Nº 4873 de 2003	Este decreto oficialmente instituiu o programa LpT, com a meta proporcionar, até o ano 2008, energia elétrica a uma parcela da população rural brasileira. Este decreto também definiu a estrutura organizacional do programa, composta pela Comissão Nacional de Universalização, pelo Comitê Gestor Nacional de Universalização e pelos Comitês Gestores Estaduais. O projeto estabeleceu a gestão compartilhada, com os estados, do programa, definindo que os recursos de custeio seriam provenientes da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), da Reserva Global de Reversão (RGR), de agentes do setor elétrico e dos estados e municípios envolvidos.
Lei Nº 10.762 de 2003	Esta lei estabeleceu a isenção fiscal de tributos, como ICMS, PIS e CONFINS, para equipamentos, materiais e serviços necessários para a implantação do programa LpT. Definiu como fonte de financiamento os recursos do BNDES, por meio de empréstimos controlados pela ANEEL.
Resolução Nº 83 de 2004	O principal aporte desta resolução é a definição dos SIGIFI, que são sistemas individuais de geração de energia elétrica com fontes intermitentes. A resolução estabeleceu os conceitos, critérios

	técnicos e as responsabilidades dos agentes envolvidos na implantação e operação dos SIGIFI. Além disso, a resolução determina as condições comerciais e tarifárias dos SIGIFI, os quais devem seguir as mesmas regras dos demais usuários rurais atendidos pelo programa LpT.
Decreto N° 6.442 de 2008	Este decreto, ao alterar o Decreto N° 4.873, viabiliza a prorrogação do programa LpT até 2010. A medida que visa ampliar o alcance do programa, atualizando as metas e os prazos de atendimento por estado ou área de concessão. Adicionalmente, o decreto autoriza o uso de fontes alternativas e renováveis de energia elétrica, incluindo a energia solar fotovoltaica, a energia eólica e a energia proveniente de biomassa.
Decreto N° 7.520 de 2011	Neste decreto, foi estabelecido o programa LpT, com vigência no período de 2011 a 2014. O programa definiu que as comunidades quilombolas, as reservas indígenas, os assentamentos rurais e as escolas rurais eram grupos prioritários de atendimento.
Portaria MME N° 388 de 2016	Esta portaria definiu os agentes executores do programa LpT como as concessionárias, permissionárias e prestadoras de serviço de energia elétrica. Na portaria, ficou estabelecido que esses agentes deveriam celebrar contratos com a Eletrobrás para receber recursos da CDE. Além disso, a portaria determinou que os agentes eram obrigados a cumprir as normas técnicas da Agência nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), garantindo, assim, a qualidade e segurança do serviço. Foi também definida a obrigatoriedade de prestação de contas dos agentes com a Eletrobrás e com o Ministério de Minas e Energia
Resolução Normativa ANEEL N° 748 de 2016	Esta resolução atribuiu para às distribuidoras a responsabilidade pela execução do programa LpT nas áreas não atendidas pelas concessionárias ou permissionárias.
Decreto N° 9.357 de 2018	Este decreto prorrogou o programa LpT até 2022, com o objetivo de dar continuidade ao programa LpT e mitigar a demanda energética reprimida.
Portaria N° 371/GM de 2018	Nesta portaria foi incorporado o Manual de Operacionalização, o qual definiu as normas e diretrizes para a execução do programa. Também foi incluído o Guia Técnico para Atendimento com Sistemas de Geração Fotovoltaica, fornecendo orientações sobre os requisitos e especificações para o uso dessas tecnologias no Programa LpT.

Por definição, os sistemas isolados de energia do programa LpT são sistemas de serviço público de distribuição de energia elétrica, desconectados do Sistema Interligado Nacional (SIN). Efetivamente, mais de 3 milhões de pessoas são atendidas por meio desses sistemas, sendo que a maior parte deles está localizada na região amazônica. Os geradores a diesel são responsáveis por 97% da potência instalada nesses sistemas (IEMA, 2019).

O sistema LpT com geradores a diesel foi a melhor opção por vários anos, uma vez que a manutenção de motores a combustão interna pode ser realizada pela própria comunidade, dada a familiaridade com essa tecnologia, como é o caso de motores de popa. No entanto, é importante destacar que o custo da energia nessas comunidades tornou-se mais elevado em comparação com a energia da rede

convencional, devido ao elevado preço do diesel (Pinheiro, Rendeiro, Pinho, & Neto, 2012).

Evidentemente, a grande dificuldade reside na operacionalidade da instalação do programa LpT em áreas extensas. Na maioria dos projetos nessas regiões, são utilizados geradores a diesel ou sistemas de energia solar com baterias para armazenamento. Para garantir o funcionamento adequado, é necessário que as baterias possuam um maior número de células em série, de modo a proporcionar a tensão necessária para o carregamento do banco de baterias, o que acaba encarecendo o sistema (Amaral, 2016).

Impactos positivos do programa LpT

O programa LpT, ao empregar o sistema fotovoltaico como método de geração de eletricidade, tem gerado impactos significativos para os beneficiários. As relações causais que explicam esses resultados podem ser delineadas em duas vertentes.

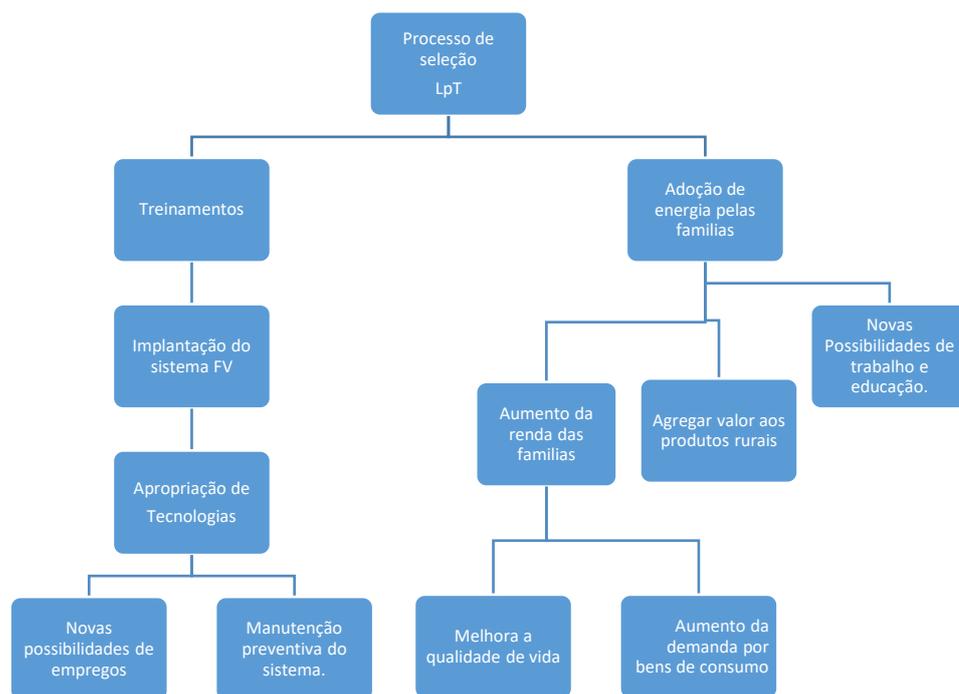
Em primeiro lugar, destaca-se a capacitação, que deve ser orientada para a formação dos diversos atores envolvidos no Programa, incluindo famílias, comissões e representantes comunitários. Por meio de metodologias participativas e reflexivas, os processos formativos ampliam as possibilidades de convivência em áreas isoladas. A capacitação desencadeia o empoderamento local, permitindo o desenvolvimento de novas atividades para complemento de renda, além de assegurar a manutenção adequada do sistema.

Em segundo lugar, observam-se os principais efeitos agregados da adoção de painéis fotovoltaicos sobre a economia e a educação das populações beneficiadas. Um dos efeitos primordiais do programa LpT para as famílias está associado ao aumento do consumo propiciado pela renda extra gerada, o que, por sua vez, influencia positivamente diversos setores produtivos, conforme ilustrado na

Figura 1.

O acesso à energia melhora significativamente as condições de vida e contribui a construção de um futuro mais promissor para as populações de menor renda. Ele viabiliza a aquisição de máquinas, aprimora a produtividade e adiciona valor aos produtos, por meio da possibilidade de beneficiamento. Além disso, facilita o acesso a informações e educação (MME, 2009).

Figura 1 - Fluxograma das relações de causalidade



Fonte: elaborado pelo autor.

Segundo Freitas & Silveira (2015), os principais resultados da implantação do LpT a curto prazo foram a melhoria nas atividades escolares, possibilitando a realização de aulas no período noturno e a incorporação de tecnologias como ferramentas de aprendizagem. Além disso, observou-se uma ampliação da produtividade com a aquisição de máquinas e equipamentos elétricos. No entanto, para quase a totalidade dos consumidores rurais, a energia elétrica tornou-se um elemento direcionado principalmente ao conforto doméstico. Isso se evidenciou pela perspectiva de possibilitar o uso de geladeira, televisão, chuveiro-elétrico, ferro de passar roupa e iluminação (Mateus, 2016). Em suma, este trabalho também busca destacar a importância do programa LPT como vetor de desenvolvimento social e econômico nas áreas rurais

Sistema de geração com fonte intermitente isolados da rede (off grid)

Dentro do programa LpT, os sistemas de geração fotovoltaica desempenham um papel fundamental, destacando-se pela sua associação com energias sustentáveis, pelos avanços tecnológicos contínuos, pela sua crescente popularidade e pela capacidade de geração isolada.

O programa LpT em locais isolados que utilizam a geração fotovoltaica pode ser classificado de duas formas, dependendo do número de residências próximas ou não. O sistema Individual de Geração de energia elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI) é destinado para uma única residência, enquanto que o Microssistema Isolado de Geração e Distribuição Intermitente de Energia Elétrica (MIGDI) atende a várias residências. Esses sistemas devem possuir autonomia de pelo menos 36 horas para a fonte solar (ANEEL, 2021).

A importância da tecnologia apropriada

A tecnologia apropriada refere-se à adaptação aos desafios relacionados à inovação. No contexto do programa LpT, essa abordagem implica na busca de soluções para enfrentar a crise de pobreza das comunidades rurais em áreas isoladas. A grande maioria da população nessas regiões vive em condições econômicas precárias (Rosa, 1989).

Em suma, a tecnologia apropriada envolve a formalização e padronização de soluções de problemas. Essa abordagem pode ser denominada de várias formas, como tecnologia adequada, intermediária, de baixo custo, alternativa, socialmente apropriada, popular, comunitária, emancipadora, libertária, ecológica, de vila, suave ou poupadora de capital (Rosa, 1989).

O Programa LpT e os desafios das comunidades contempladas.

O Brasil enfrenta desafios, especialmente na Região Norte, no que diz respeito ao fornecimento de energia elétrica. Essas dificuldades não são apenas de natureza econômica, mas também estão relacionadas a barreiras ambientais, como as vastas extensões de rios, áreas florestais, manguezais e ilhas fluviais e marítimas. O suprimento de energia para essas áreas através de redes convencionais é inviável, exigindo a busca por alternativas tecnológicas. Dentre essas opções, destacam-se o uso de fontes de energia que envolvem sistemas de geração descentralizada, com mini e micro centrais hidrelétricas, sistemas hidrocinéticos, usinas térmicas a biocombustíveis ou gás natural, usinas solares fotovoltaicas, aerogeradores e sistemas híbridos (Bittencourt, 2010).

Quanto ao processo de seleção e mobilização das comunidades beneficiadas pelo programa LpT, a iniciativa é liderada pela entidade executora, envolvendo a participação de representantes do poder público local. Estes representantes podem incluir membros de secretarias municipais de saúde, segurança alimentar, agricultura, desenvolvimento rural, bem como da sociedade civil, como membros de conselhos locais e líderes comunitários ou indígenas (E. M. de M. e E. MME, 2018).

Surpreendentemente, a maioria dos projetos iniciais do LpT negligenciou as etapas de monitoramento e manutenção, mesmo sendo ações fundamentais para a sustentabilidade do projeto. Essa lacuna resultou em fracassos em algumas localidades. A ausência dessas etapas ocorreu devido à falta de participação dos atores sociais e à falta de pesquisa de campo sobre as demandas de energia e a organização das comunidades. Os projetos foram concebidos, em grande parte, em ambientes fechados, seguindo modelos padrão nos quais os consumos genéricos de energia foram definidos. Isso gerou problemas na implementação dos projetos, resultando em falhas relacionadas ao planejamento do projeto executivo, incluindo instalação técnica, reparos e manutenção (Mendiondo & Oliveira, 2014).

Adequada Implementação do Programa LpT – Estudo de caso: Projeto Xingu Solar.

Apesar deste trabalho relatar algumas deficiências na implementação do programa LpT, é importante notar que nem todas as iniciativas apresentam as mesmas falhas, como evidenciado pelo caso de sucesso do projeto Xingu Solar.

O projeto Xingu Solar, em parceria com a Associação Terra Indígena Xingu, tem como objetivo proporcionar os benefícios da energia solar a dezenas de escolas, postos de saúde e outros pontos comunitários. A intenção é estabelecer o sistema de geração solar do programa LpT como uma referência em solução de energia renovável (IEMA, 2019).

Na implementação desse projeto, foi considerado crucial atender para a manutenção eficaz do sistema em comunidades isoladas mantidas por energia solar fotovoltaica. Isso garante o funcionamento ótimo e seguro, resultando em economia de custos para o sistema. No âmbito do projeto Xingu Solar, foram instalados 70 sistemas fotovoltaicos em 65 comunidades até março de 2019. Paralelamente, cursos de formação foram promovidos, capacitando a população local na instalação, operação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos. Notavelmente, as comunidades participaram ativamente do processo de instalação como parte desse programa de capacitação (IEMA, 2019), ver Figura 2.

A realização de cursos de formação para operação desses sistemas é considerada um ponto positivo do projeto Xingu Solar, pois aumenta a autonomia das comunidades e reduz os riscos de acidentes relacionados ao uso da energia elétrica. A energia desempenha um papel crucial em atender às necessidades da comunidade, como resfriamento de remédios e vacinas. A introdução do sistema fotovoltaico no projeto Xingu é significativa para diminuir a dependência de combustíveis fósseis, cuja aquisição em reservas indígenas é desafiadora devido às dificuldades logísticas e financeiras, limitando assim o tempo de operação dos geradores (IEMA, 2019).

Figura 2 tecnologia apropriada através da Instalação de placa fotovoltaica durante atividade do curso de energia solar na aldeia Piyulaga, do povo Waurá.



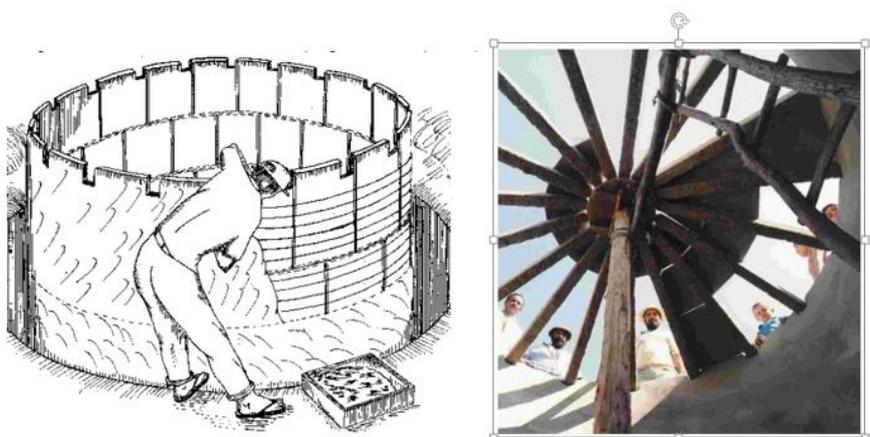
Outros programas que compartilham conhecimentos

Para compreender a importância de complementar o programa LpT com treinamentos e atividades que facilitem a apropriação da tecnologia pela população, apresentam-se alguns casos em que essas atividades foram implementadas, ampliando assim o impacto do projeto.

O Programa um Milhão de Cisternas

O Programa Um Milhão de Cisternas Rurais, concebido e implementado desde 1999, propicia o acesso à água por meio da construção de cisternas de placas com capacidade de 16 mil litros. Estas cisternas captam água de chuvas por intermédio de calhas instaladas nos telhados dos domicílios rurais. Este programa utiliza estratégias como mobilização, controle social, capacitação, comunicação e fortalecimento institucional, beneficiando mais de 5 milhões de pessoas no semiárido brasileiro. Em reconhecimento à sua contribuição, o programa foi premiado em 2017 pela ONU como política para o futuro (Morais, 2017). A Figura apresenta imagens dos manuais de treinamento do programa.

Figura 3 ilustração e treinamento



Fonte: Gnadlinger (1999)

O programa disponibiliza materiais, projetos e a tecnologia de construção necessários para a instalação das cisternas. Um pedreiro, em colaboração com a família beneficiada, conduzirá a escavação e instalação da cisterna. Como contrapartida para a transferência de conhecimento, a família designa um dos membros como ajudante de pedreiro. Essa pessoa indicada recebe treinamento para trabalhar na construção da cisterna, assumindo também a responsabilidade pela sua manutenção futura (Cisternas, 2015).

Em linhas gerais, o treinamento abrange tópicos de extrema relevância para a comunidade, abordando assuntos relacionados ao Semiárido, ao cuidado com a cisterna e a água de consumo, à gestão dos recursos hídricos, à importância da captação e do manejo da água de chuva, além de promover reflexões sobre as características naturais da região, as possibilidades que influenciam nas práticas de convivência sustentável e a relevância da cisterna como um mobilizador para as famílias rurais (Morais, 2017).

Portanto, entre os produtos e benefícios provenientes dos treinamentos e da implantação das cisternas, destacam-se a melhoria na qualidade da água, a eliminação da necessidade de mulheres e crianças percorrerem longas distâncias em busca de água muitas vezes contaminada, e, sobretudo, um impacto positivo na saúde, contribuindo para a redução da mortalidade infantil (Neves, Medeiros, Silveira, & Moraes, 2010).

É evidente que o êxito do programa Um Milhão de Cisternas não teria sido o mesmo sem uma política eficaz de apropriação, socialização e incorporação da tecnologia na comunidade. O fomento à participação ativa das famílias, por meio de treinamentos e capacitações, desempenhou um papel crucial na promoção da sustentabilidade e eficácia do programa.

O Programa Litro de Luz Brasil

O programa Litro de Luz Brasil é outro exemplo notável de sucesso, destaca a implementação eficaz e a apropriação bem-sucedida pela comunidade. Este programa, presente em todas as regiões do Brasil, conta com mais de 200 voluntários ativos e teve início durante a crise energética de 2001, conhecida como “apagão”. A solução inovadora criada pelo brasileiro Alfredo Moser (mecânico), chamada lâmpada de Moser, utilizando garrafas pet, inspirou o filipino Illac Diaz a criar o movimento Litro de Luz (*Liter of Light*) para iluminar moradias de baixa renda. Implantado no Brasil em 2014, o programa já instalou mais de 3700 soluções em 120 comunidades, impactando positivamente a vida de mais de 20 mil brasileiros (Litro de Luz, 2022). Este caso ressalta a importância de iniciativas que não apenas oferecem soluções tecnológicas, mas também promovem a participação ativa da comunidade na implementação e manutenção dessas soluções.

O sucesso do programa Litro de Luz Brasil é intrinsecamente vinculado ao engajamento comunitário. Antes da instalação das soluções de iluminação, a comunidade é envolvida no processo, muitas vezes meses antes, ver Figura 4. Um aspecto significativo é que são os moradores que montam as soluções, interagindo diretamente com os voluntários. Homens e mulheres com potencial de liderança são treinados para formar a Rede de Embaixadores, desempenhando o papel de representantes do Litro de Luz na comunidade e em todo o Brasil (Uematsu, 2021) (Litro de Luz, 2022). Este modelo evidencia a importância da participação ativa da comunidade no processo, promovendo o empoderamento local e a apropriação efetiva da tecnologia.

O treinamento da comunidade é conduzido através da interação direta dos voluntários com os moradores. Durante esse processo são empregados manuais ilustrativos, facilitando o entendimento mesmo por pessoas não alfabetizadas. Essa abordagem destaca a importância da comunicação visual e acessibilidade nos materiais de treinamento, promovendo a compreensão efetiva das informações por parte de todos os membros da comunidade.

Da mesma forma que no programa Um Milhão de Cisternas, é impossível conceber a implementação do programa Litro de Luz, sem a colaboração e contribuição da comunidade. Nesse contexto, é fundamental fornecer treinamento à comunidade, assegurando que os membros estejam adequadamente capacitados para participar ativamente do processo.

Figura 4 Treinamento comunitário do programa litro de luz



Fonte: Uematsu (Uematsu, 2021)

Transmissão de conhecimento para desenvolver habilidades, é a marca das tecnologias sociais.

A transmissão de conhecimento para desenvolver habilidades é a essência das tecnologias sociais. Quando os instrutores compartilham o conhecimento em um contexto de desenvolvimento comunitário, estão contribuindo para construir uma base para a mudança sustentável, equitativa e empoderadora. A apropriação do conhecimento é crucial na resolução de problemas e permite que as comunidades adquiram habilidades para identificar necessidades, estabelecer metas e alcançar objetivos comuns.

A ampliação do conhecimento coletivo em projetos inspiradores como Um Milhão de Cisternas Rurais e Litro de Luz, que são tecnologias sociais, demonstra a importância do compartilhamento de informações. Segundo Neves *et al.* (2010), “a organização popular e comunitária liberta as famílias de relações clientelistas estabelecidas pelas elites políticas locais”. Considerando questões de desenvolvimento sustentável, esses programas buscam o envolvimento dos cidadãos, trabalhando coletivamente para a implementação bem-sucedida. A partir disso, o sucesso destes programas pode ser reconhecido mundialmente. (Neves et al., 2010)

RECOMENDAÇÕES

A implementação ideal do programa LpT.

Garantir uma implementação eficaz do programa LpT requer uma abordagem cuidadosa e estratégica. Um ponto fundamental é a capacitação técnica dos profissionais envolvidos na área de energia solar fotovoltaica. Esta capacitação é

crucial para assegurar uma gestão de qualidade, aprimorando assim os benefícios da tecnologia apropriada incorporado pelo programa LpT. Esses profissionais, ao estarem devidamente treinados e atualizados, tornam-se ativos essenciais para o sucesso do programa. Além disso, é imperativo reconhecer a necessidade de uma possível ampliação do kit básico de instalações internas da unidade consumidora (Bittencourt, 2010). Esta consideração se faz ainda mais relevante ao se adequar às especificações de cada comunidade atendida. A flexibilidade para expandir o kit básico, quando necessário, proporciona uma resposta mais eficaz às demandas particulares de cada localidade, reforçando a adaptabilidade do programa.

A fim de assegurar uma capacitação eficiente, é crucial que a implementação do programa considere a incorporação de cursos de treinamento, aliados a cartilhas ou manuais ilustrativos específicos para cada etapa do processo. Um exemplo inspirador nesse sentido é o programa Litro de Luz.

A disponibilização de cursos de treinamento desempenha um papel fundamental na formação dos profissionais envolvidos, proporcionando conhecimento teórico e prático essencial para o manejo adequado da energia solar fotovoltaica. Além disso, cartilhas ou manuais ilustrativos são ferramentas indispensáveis, servindo como guias visuais que simplificam complexidades técnicas, garantindo um entendimento mais abrangente por parte dos envolvidos.

Seguindo essa abordagem, a capacitação não apenas se torna mais acessível, mas também contribui para a disseminação eficaz do conhecimento, assegurando que as comunidades beneficiadas possam operar e manter os sistemas com autonomia e eficiência. Dessa forma, a implementação do programa LpT estará mais bem equipada para alcançar seus objetivos de forma sustentável e impactante.

Em síntese, a presença de indivíduos qualificados dentro da comunidade é essencial para a instalação e a manutenção eficaz desses sistemas de energia. A implementação tecnológica, quando orientada pelo princípio educativo, transcende o simples fornecimento de energia e se torna uma ferramenta de desenvolvimento. A atividade extracurricular associada ao aprendizado de novas habilidades em sistemas de geração de eletricidade (Florêncio, Bernardino, & Trigo, 2018), justifica a inclusão desse conhecimento nos planos de cursos de qualificação.

Tanto os cursos como os manuais devem incorporar conceitos técnicos fundamentais, proporcionando às comunidades a capacidade de realizar ações como a expansão da rede e a execução de tarefas de manutenção. Nesse sentido, a inclusão dos seguintes pontos técnicos – descritos nos tópicos seguintes – é crucial para o sucesso desses programas.

Manutenção necessária e seus tipos.

A manutenção é um aspecto fundamental para assegurar o bom funcionamento e a durabilidade dos sistemas fotovoltaicos (FV). Atualmente, no Brasil, há lacunas de conhecimento em relação às boas práticas de operação e manutenção (O&M) desses sistemas. Entretanto, existem procedimentos que desempenham um papel crucial na identificação e prevenção de falhas, promovendo um desempenho aprimorado, segurança e disponibilidade contínua desses sistemas (Luis & Costa, 2021).

Após pesquisa em diversas fontes, constatou-se a ausência de material didático que evidencie a existência de treinamentos acessíveis aos usuários do Programa LpT sobre técnicas de detecção de problemas visuais simples, capazes de ocasionar falhas na geração de energia solar FV, a exemplo de sujeira, sombreamento, falhas na estrutura, trincas, entre outros. Adicionalmente, não se encontrou material que se dedique explicitamente à abordagem da verificação da média de geração de energia

Os sistemas de geração FV exigem dois tipos de manutenção: programada e não programada. De acordo com Luis & Costa (2001), a manutenção programada abrange as modalidades preventiva e preditiva, geralmente executáveis pelo próprio usuário, sem a necessidade de extenso conhecimento técnico. Por outro lado, a manutenção não programada refere-se às categorias corretiva e extraordinária, incumbindo à operadora, especialmente em locais remotos (Vasconcelos et al., 2022). Destaca-se que a manutenção programada é fundamental para assegurar o bom funcionamento e a eficiência do sistema, possibilitando a detecção precoce de problemas, enquanto a manutenção não programada em locais afastados pode apresentar desafios e demandar perícia técnica.

No âmbito da manutenção preventiva, cabe ao usuário realizar inspeções regulares, manutenção e limpeza dos módulos conforme um cronograma preestabelecido. Essas atividades incluem a inspeção visual dos painéis, a limpeza periódica de sujeira acumulada, a monitorização do crescimento de vegetação ao redor, a verificação dos cabos, conexões e monitoramento do desempenho do sistema, bem como verificação da segurança dos componentes elétricos. A inspeção deve ser conduzida regularmente para assegurar que o sistema opere de maneira eficiente e segura, integrando-se à fase primordial desses sistemas e perdurando durante toda a sua vida útil (Luis & Costa, 2021).

O monitoramento do desempenho do sistema permite avaliar a eficiência e identificar a necessidade de reparos e manutenções preventivas. A manutenção programada em um sistema FV geralmente engloba atividades como limpeza, inspeção e substituição. Portanto, o treinamento dos novos usuários é um ponto chave para que os programas alcancem seus objetivos (Muller, 2016).

Aspectos técnicos a serem considerados nos manuais e nos treinamentos

Inicialmente, é crucial que o sistema FV seja instalado por um profissional capacitado, capaz de identificar possíveis áreas de risco, sombreamento ou cobertura foliar. Essa medida visa garantir o funcionamento eficiente durante a longa vida útil do equipamento. Além disso, para assegurar a verdadeira sustentabilidade do sistema, os usuários devem receber treinamento e orientação. É fundamental instruí-los sobre a necessidade de aparar regularmente árvores que possam obstruir a incidência solar, bem como sobre quaisquer outras obstruções que possam limitar o alcance dos raios solares.

Quando instalados corretamente, os painéis solares normalmente não requerem manutenção periódica para continuar fornecendo energia e funcionando com segurança. As recomendações, conforme Figura 5, incluem uma inspeção de manutenção e limpeza do sistema a cada 12 a 18 meses, ou com maior frequência, dependendo do ambiente ao redor da instalação. Essas medidas são

essenciais para garantir que tudo esteja funcionando sem problemas ao longo de sua vida útil estimada de 25 a 30 anos (Paulo, 2018).

Figura 5- limpeza periódica do painel solar



Fonte (Portal Solar, 2022)

Certamente, uma inspeção de manutenção normalmente envolve um electricista treinado, responsável pela limpeza dos painéis, verificando a presença de obstruções, testando todas as conexões e interruptores, para garantir que seu sistema FV esteja funcionando de maneira ideal (CGEE, 2012). Quando se trata de realizar a manutenção do sistema FV, os principais problemas que afetam o desempenho ou a segurança dos painéis incluem:

- Sujeira, poeira e detritos;
- Fraturas nos painéis solares;
- Danos causados animais como pássaros ou ratos;
- Medidor solar defeituoso;
- Posicionamento inadequado do painel solar, em local inadequado ou em uma posição inadequada.

Com o tempo, os painéis solares podem sofrer com o acúmulo de detritos, o que afeta sua capacidade de absorver os raios do sol. Esse acúmulo pode ser acentuado por condições climáticas, como tempestades, resultando no acúmulo de folhas nos painéis. Painéis sujos podem diminuir significativamente a eficiência, prejudicando seu desempenho (Luis & Costa, 2021). A excessiva quantidade de folhas ou fezes de animais sobre os painéis também pode causar pontos quentes, danificando-os e impedindo um desempenho ideal (Luís & Costa, 2021). Animais como pássaros, gambás e ratos podem danificar o sistema construindo casas sob os painéis solares e/ou mastigando cabos. Segundo Lira (2020), alguns saberes técnicos são necessários em sistemas de energia renovável, devendo abranger as competências profissionais básicas descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Saberes técnicos para apropriação tecnológica.

Fundamentos de eletricidade	Circuitos elétricos resistivos simples; Definição de sistema elétrico em CA; Instrumentos de medidas elétricas; Elementos e componentes de uma instalação elétrica; Instalação de equipamentos elétricos; Aterramento elétrico
Solarimetria básica	Radiação solar Orientação e inclinação de módulos fotovoltaicos SISTEMAS DE ENERGIA OFF GRID Inversor solar Controlador de carga Baterias
Módulos solares	Tipos de células fotovoltaicas FV Pontos quentes, diodos de derivação e sombreamento. Efeitos de sombreamento Caixa de ligações Manutenção e conservação
Sistemas fotovoltaicos	Seguir diagramas e documentos técnicos Avaliando as condições físicas do local de instalação, as necessidades térmicas e outras especificações técnicas do sistema solar fotovoltaico. Preparando os materiais e as ferramentas a utilizar Caixas de ligação dos sistemas fotovoltaicos
Instruções normativas	Normas NR-10 (segurança em instalações elétricas) aplicável a sistemas FV Normas NR-35 (para trabalho em altura) na instalação de sistemas FV
Montagem de sistemas fv	Tipos de estruturas de fixação dos módulos fotovoltaicos. Tipos de módulos solares, componentes e acessórios que integram o sistema solar Seguir diagramas e documentos técnicos. Tipos de módulos solares, componentes e acessórios que integram o sistema solar. Reavaliar as condições físicas do local de instalação no ato da montagem, manutenção e reparos para assegurar o atendimento das necessidades técnicas do sistema solar fotovoltaico. Preparando os materiais e as ferramentas a utilizar Caixas de ligação dos sistemas fotovoltaicos.

Fonte (Lira, 2020).

As instruções anteriores são cruciais que um representante da comunidade esteja apto a informar de maneira mais adequada possíveis falhas no sistema que não podem ser eliminadas com a manutenção básica. Dessa forma, esse representante pode auxiliar as operadoras a programar o serviço de manutenção com mais agilidade

CONCLUSÕES

Uma das lacunas identificadas, de maneira abrangente, na execução do programa LpT é a carência de apropriação tecnológica por parte das comunidades em todas as etapas do projeto. A comparação do programa LpT com outras

iniciativas de desenvolvimento social, que incorporam a apropriação tecnológica, destaca a importância do envolvimento da comunidade para o êxito adequado do projeto. Além disso, esses programas oferecem uma guia para a apropriação tecnológica eficaz, fundamentada em treinamentos abrangentes em todas as fases do projeto. Muitos desses treinamentos podem ser facilitados por meio de manuais e cartilhas ilustradas, acessíveis mesmo para pessoas não alfabetizadas.

A falta de cuidado adequado ao usuário durante o serviço de pós-instalação do programa LpT, especialmente considerando que muitos beneficiários nunca tiveram acesso a sistemas energéticos, revela-se como uma barreira significativa para a aceitação e difusão dos sistemas FV nas zonas rurais isoladas. A ausência de manutenção periódica também emerge com um entrave à adoção tecnológica, pois pode prejudicar a qualidade dos sistemas FV.

Devido à distância das áreas onde os sistemas FV são implantados e à necessidade de um serviço ativo de monitoramento e manutenção, os custos associados à assistência técnica, infraestruturas e manutenção aumentam, dificultando o interesse e a sustentabilidade da operadora.

Em resumo, somente com pessoal local capacitado, o programa LpT pode garantir qualidade e segurança da instalação dos sistemas FV, aprimorando a conversão da irradiação solar em energia elétrica ao longo da vida útil do equipamento.

Fica evidente a importância do treinamento para o sucesso da implementação do programa LpT. Assim como há desafios para levar sistemas de geração a locais remotos, a dificuldade de solicitar reparos pode comprometer o êxito do programa. É essencial possuir conhecimento técnico mínimo sobre os riscos inerentes à geração de energia elétrica, ao mesmo tempo em que se garante a segurança nas proximidades de circuitos energizados.

A tecnologia apropriada não apenas proporciona empregos e desenvolvimento, mas também assegura o funcionamento adequado de projetos isolados.

Indispensable maintenance components for the proper implementation of photovoltaic solar energy as a technology in the Light for All program.

ABSTRACT

Initiated in 2004 by the Federal Government, the "Light for All" (LpT) program aims to provide rural low-income families with improvements in health, education, and quality of life, using electrification as a vector for social and economic development that enhances the Human Development Index. The purpose of this article is to address the importance of technology adoption for the success of LpT programs when specifically using photovoltaic solar energy. In detail, the paper seeks to demonstrate the challenges of implementing an isolated energy system in the vast and remote locations of the northern region of the country. These regions lack suitable logistical conditions, making it difficult to provide proper installation, operation, and maintenance services for generation systems. The difficulties encountered in the implementation of the LpT project due to the lack of complements, i.e., population training, are presented. Although the evolution of the program with different regulations has improved best practices for operation and maintenance, there is still a gap in technological incorporation by communities, allowing the correct implementation of scheduled and unscheduled maintenance. Thus, for proper use and maintenance, additional forms of socialization, such as training, are necessary to truly incorporate the technologies. Successful cases of technology implementation, with or without proper implementation, are also highlighted, including the LpT program and other social programs for universalizing basic services, such as the One Million Cisterns Program, the Liter of Light Program, and Social Development. Finally, recommendations for the proper implementation of a basic photovoltaic solar energy system are presented.

KEYWORDS: Training. Light for All. Maintenance. Photovoltaics. Proper Technology. Social technology.

REFERÊNCIAS

- Amaral, R. C. do. (2016). *IMPACTO TÉCNICO E ECONÔMICO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS ATRAVÉS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA*.
- ANEEL, A. N. D. E. E. —. *RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021. , 2021 § (2021)*.
- Bittencourt, E. B. (2010). *AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA LUZ PARA TODOS NO ESTADO DO CEARÁ*.
- Cardoso, B. F., Oliveira, T. J. A. de, & Silva, M. A. da R. (2013). *Eletrificação Rural e Desenvolvimento Local Uma Análise do Programa Luz Para Todos*. 23.
- CGEE, C. de G. e E. E. (2012). *Redes Elétricas Inteligentes: contexto nacional*.
- Cisternas, P. *Cisternas de placas de 16 mil litros. , (2015)*.
- Florêncio, M., Bernardino, F., & Trigos, M. (2018). *DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA POR MEIO DE UMA ATIVIDADE EXTRACURRICULAR NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA*.
- Freitas, G. de, & Silveira, S. de F. R. (2015). *PROGRAMA LUZ PARA TODOS: UMA REPRESENTAÇÃO DA TEORIA DO PROGRAMA POR MEIO DO MODELO LÓGICO. Planejamento e Políticas Públicas | Ppp |*
- Gnadlinger, J. (1999). *Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas , Construídas em Comunidades Rurais do Semi-árido Brasileiro*. 1–11. Retrieved from <http://www.irpaa.org/publicacoes/relatorios/9-conferencia-de-cisternas.pdf>
- IEMA, I. D. E. E. M. A. (2019). *Xingu Solar Como a energia renovável pode beneficiar o Território Indígena do Xingu*. 1–2. Retrieved from https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/relatorio_xingusolar.pdf
- Lira, V. V. (2020). *Conceitos básicos de energia solar fotovoltaica; Células e módulos fotovoltaicos; Sistemas fotovoltaicos autônomos (off grid); Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica (on grid); Projeto e instalação de sistemas fotovoltaicos*. O. Esperança.
- Litro de Luz. (2022, October 5). *Sobre nós | Litro de Luz Brasil*. Retrieved October 5, 2022, from <https://www.litrodeluz.com/sobre-nos>
- Luis, A., & Costa, C. (2021). *Operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos conectados à rede: inspeção termográfica e limpeza de módulos FV*. 201–220.
- Mateus, F. O. (2016). *DINAMIZANDO A ECONOMIA LOCAL COM O ACESSO À ENERGIA ELÉTRICA: Os Centros Comunitários de Produção como alternativa para potencializar os resultados do Programa Luz para Todos*.
- Mendiondo, R., & Oliveira, P. S. S. (2014). *Eletrificação Rural E Políticas Públicas – O Atendimento a Comunidades Isoladas. Congresso Nacional de Excelência Em Gestão*, 19.
- MME, E. M. de M. e E. *PROGRAMA NACIONAL DE UNIVERSALIZAÇÃO DO ACESSO E USO DA ENERGIA ELÉTRICA. , 1 § (2018)*.
- MME, M. de M. e E. (2009). *Um marco histórico: 10 milhões de brasileiros saíram*

da escuridão. Retrieved from <https://www.gov.br/mme/pt-br/destaques/programa-de-eletrificacao-rural/publicacoes/livro-um-marco-historico-10-milhoes-de-brasileiros-sairam-da-escuridao>

Morais, H. A. R. de. (2017). AVALIAÇÃO DO PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS RURAIS (P1MC): eficácia, eficiência e efetividade nos territórios do Rio Grande do Norte (2003/2015). *Revista de Políticas Públicas*, 21(1), 133. <https://doi.org/10.18764/2178-2865.v21n1p133-158>

Muller, G. de M. *IMPACTO DE NOVAS TECNOLOGIAS E SMART GRIDS NA DEMANDA DE LONGO PRAZO DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO*. , (2016).

Neves, R. S., Medeiros, J. C. de andrade, Silveira, S. M. B., & Moraes, C. M. M. (2010). Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania. *Água Nos Agroecossistemas: Aproveitando Todas as Gotas*, 7, 7–11.

Paulo, S. (2018). *Gestão ativa da demanda de energia elétrica para consumidores inseridos em redes inteligentes Gestão ativa da demanda de energia elétrica para consumidores inseridos em redes inteligentes*.

Pereira, M. G., Cepel, E., Freitas, M., & Silva, N. (2010). *Avaliação da Contribuição do Programa de Universalização do Acesso à Energia Elétrica "Luz para Todos" : Energia e Qualidade de Vida Avaliação da Contribuição do Programa de Universalização do Acesso à Energia Elétrica "Luz para Todos" : Energia e Qua.* (October).

Pinheiro, G. F., Rendeiro, G., Pinho, J. T., & Neto, P. C. de R. (2012). Eletrificação rural de consumidores isolados – um modelo de gestão sustentável baseado em biomassa de resíduos. *Revista Brasileira de Energia Solar*, 3(1), 78. Retrieved from <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/81>

Portal Solar. (2022). *Manual da limpeza de placas solares fotovoltaicas : tudo para o seu painel solar* (pp. 1–13). pp. 1–13.

Rosa, C. porto da. (1989). *TECNOLOGIA APROPRIADA : UM CONJUNTO HOMOGÊNEO ?* 29(1), 47–51.

Uematsu, L. (2021). Energia Solar e Impacto Social : Conheça o projeto “ Litro de Luz ” que leva iluminação pública Últimos artigos Artigos mais lidos. *Ângulos. A Revista Do Crea Rio*, 1–7. Retrieved from <https://angulos.crea-rj.org.br/energia-solar-e-impacto-social-conheca-o-projeto-litro-de-luz-que-leva-iluminacao-para-locais-sem-energia-ou-iluminacao-publica/>

Vasconcelos, C., Moraes, S., Cristina, I., & Pontes, C. (2022). *BOAS PRÁTICAS DE OPERAÇÃO E CONFIABILIDADE*.

Recebido: 06/10/2022

Aprovado: 31/01/2024

DOI: 10.3895/rts.v20n59.16004

Como citar:

GOMES, José Vitor; GARCÍA SÁNCHEZ, Jesús Antonio. Complementos indispensáveis para a implementação apropriada da energia solar fotovoltaica como tecnologia no programa Luz para Todos. *Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 20, n. 59, p. 309-329, jan./abr., 2024. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16004>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

