

PROJETO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM UMA INSTITUIÇÃO BENEFICENTE E CAPTAÇÃO DE RECURSOS POR MEIO DE UM CLUBE DE SERVIÇOS

Karielly de Souza Braga¹, Antônio Carlos Caetano de Souza²

Faculdade de Engenharia – FAEN
Engenharia de Energia

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) – Rodovia Dourados – Itahum, km 12 (Dourados/MS)
E-mail: karielly_mju@hotmail.com, antoniosouza@ufgd.edu.br

RESUMO

Este trabalho propõe um projeto de geração de energia fotovoltaica em uma instituição beneficente que atende dependentes químicos na cidade de Dourados-MS. Embora os sistemas fotovoltaicos ofereçam vantagens econômicas, técnicas e ambientais, o elevado custo inicial dificulta sua implementação em instituições beneficentes, muitas vezes limitadas, haja vista a escassez de recursos. Neste trabalho apresenta-se um processo de captação de recursos para a implementação do sistema por intermédio de uma fundação associada a um clube de serviços. Nela, doações são provenientes também de pessoas físicas e jurídicas. Além de beneficiar esta instituição com uma tecnologia de geração distribuída e que resultará em benefícios, tais como, a redução na conta de luz e realocação dos recursos financeiros economizados para outros fins, o projeto serve de modelo para outras organizações beneficentes, auxiliando na elaboração de projetos por associados de diferentes clubes de serviços.

Palavras-chave: sistemas fotovoltaicos, instituição beneficente, geração distribuída.

ABSTRACT

This work proposes a photovoltaic energy generation project at a charitable institution that serves individuals with substance dependencies in the city of Dourados – MS. Although photovoltaic systems offer

economic, technical and environmental advantages, their high initial cost hinders their implementation in charities, often constrained by a scarcity of resources. In this work, a resource mobilization process is presented for the implementation of the system through the collaboration of a foundation associated with a service organization. In this way, donations also come from both individuals and legal entities. In addition to benefiting this institution with distributed generation technology that will result in advantages such as a reduction in the electricity bill and the reallocation of the saved financial resources for other purposes, the project will serve as a model for other charitable organizations. Thus, it will assist in the development of projects by members of various service organizations.

Keywords: photovoltaic systems, charities, distributed generation.

1. INTRODUÇÃO

Na última década tem ocorrido um considerável aumento das demandas de Geração Distribuída, bem como o aumento de ações regulatórias. A Geração Distribuída no Brasil foi impulsionada a partir de 17 de abril de 2012, com a implementação da Resolução Normativa ANEEL¹ n° 482/2012. Essa regulamentação possibilita que os consumidores gerem sua própria energia elétrica por meio de fontes renováveis ou cogeração qualificada². Além disso, é permitida a injeção do excedente na rede de

¹ ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

² A cogeração qualificada é um processo de geração simultânea de energia elétrica e térmica, a partir de uma única fonte de energia primária, podendo alcançar uma eficiência energética superior a 80%. Ela está presente em indústrias, hospitais, hotéis

e edifícios comerciais, devido aos seus benefícios econômicos e ambientais. As regulamentações da ANEEL visam incentivá-la e promover a eficiência energética no país, por meio de incentivos fiscais, redução de tarifas, simplificação de

distribuição local, gerando créditos para compensação do consumo de energia.

As regras para a Microgeração e Minigeração Distribuída (MMGD) têm sido ajustadas pela ANEEL ao longo do tempo, com mudanças nos limites de potência e formas de participação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Essa atualização foi revisada pela Resolução Normativa ANEEL n° 687/2015, publicada em 24 de novembro de 2015. Posteriormente, a Resolução Normativa ANEEL n° 1059/2023 realizou uma atualização, sendo publicada em 7 de fevereiro de 2023.

No dia 6 de Janeiro de 2022 foi sancionada a Lei n° 14.300/2022, que Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS) (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2022)

A microgeração distribuída refere-se às centrais geradoras com potência instalada de, no máximo, 75 kW, enquanto a minigeração distribuída abrange centrais com potência entre 75 kW e 3 MW (chegando a 5 MW em situações específicas). (ANEEL, 2023).

O Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), possibilita que o excedente de energia produzido durante o dia por um sistema de Micro ou Minigeração Distribuída (MMGD) fotovoltaico seja enviado à rede de distribuição. A energia excedente refere-se à eletricidade que é gerada além do consumo imediato. Esse excedente é contabilizado como crédito para o cliente, que pode utilizá-lo para compensar futuros consumos de energia da concessionária. Esses consumos adicionais ocorrem durante períodos em que a geração solar não é possível, como durante a noite ou em dias chuvosos. A validade desse crédito é de cinco anos. Entre as modalidades de participação no SCEE, estão (ANEEL, 2023):

a. Autoconsumo local: onde a energia gerada é consumida no mesmo local da instalação;

b. Autoconsumo remoto: A energia pode ser produzida em uma localidade e compensada em outra, contanto que ambas as unidades consumidoras estejam sob o mesmo titular;

c. Geração distribuída em empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras: a energia gerada pode ser compartilhada entre os condôminos em porcentagens ou ordens de prioridade estabelecidas pelos consumidores;

d. Geração compartilhada: permite que múltiplos interessados se unam através de consórcio, cooperativa, condomínio voluntário ou edifício civil, para instalar centrais de Microgeração Distribuída (MMGD). Essa energia gerada é utilizada para compensar o consumo de todos os participantes, promovendo a colaboração e a sustentabilidade.

Com um dos maiores potenciais de geração solar do planeta, o Brasil vivencia um forte crescimento na adoção da tecnologia solar fotovoltaica. Segundo GOV.BR (2024), a matriz elétrica brasileira alcançou 83,79% de fontes renováveis em 2023, com participação crescente da geração solar fotovoltaica. Adicionalmente, esta modalidade de geração foi a segunda com maior capacidade instalada neste ano. Segundo CANAL SOLAR (2024), o Brasil foi o 3º país que mais expandiu a sua capacidade instalada de geração fotovoltaica em 2023.

Esse avanço é impulsionado pelos investimentos dos consumidores em geração própria em telhados, fachadas e pequenos terrenos, além da participação das grandes usinas solares na matriz elétrica nacional.

Dentro destes investimentos, observa-se um aumento do número de sistemas de geração fotovoltaica em instituições beneficentes, também consideradas como Organizações da Sociedade Civil (OSCs)³. Parte destas organizações têm sido beneficiadas com doações destes sistemas, sendo estas realizadas por empresas ou pessoas físicas. Estas doações podem ser realizadas

procedimentos e estabelecimento de metas de eficiência para as concessionárias de energia elétrica (VALUATA, 2024).

³ Segundo a RECEITA FEDERAL (2024), as Organizações da Sociedade Civil (OSCs) são entidades sem fins lucrativos que visam cooperar com o poder público no atendimento aos interesses da população, gerando transformações mediante a

promoção de direitos sociais, conscientização socioambiental e combate à exclusão social, em especial no atendimento às pessoas em situação de vulnerabilidade. Estas organizações, em geral, recebem subvenções estatais e doações de pessoas físicas e jurídicas.

diretamente às instituições beneficentes ou por meio de fundações, inclusive àquelas associadas a clubes de serviços.

Com a instalação dos sistemas de geração fotovoltaica, as despesas com energia elétrica podem diminuir em até 95%, deslocando recursos anteriormente direcionados para este custeio para outras finalidades, como a ampliação de suas instalações, visando a expansão de seu atendimento, beneficiando por fim um número maior de pessoas.

A energia solar tem se consolidado com uma solução importante para reduzir custos, melhorar a segurança do suprimento elétrico e promover a sustentabilidade no território brasileiro (ABSOLAR, 2022).

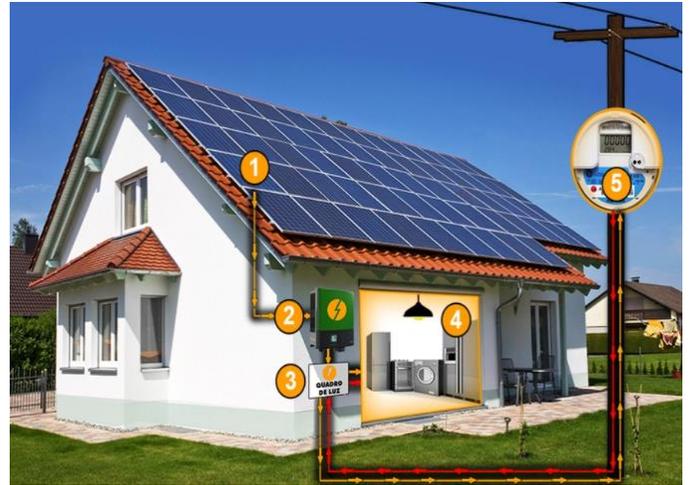


Figura 1 - Sistema *on-grid* (PORTAL SOLAR, 2023)

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A geração solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica representa uma solução duradoura e sustentável para suprir as demandas energéticas em diversos ambientes. Seus sistemas, baseados principalmente nos módulos fotovoltaicos e inversores solares, transferem diretamente a radiação solar em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico, no qual fótons incidem sobre os semicondutores liberando elétrons. Tal fenômeno permite a geração de corrente contínua a partir da irradiação solar capturada pelos painéis. Por sua vez, o inversor solar converte a corrente contínua gerada em corrente alternada, compatível com a rede elétrica, tornando a eletricidade adequada para distribuição, uso ou armazenamento em residências, empresas, propriedades rurais e estabelecimentos industriais (CARVALHO, 2023).

2.2 O funcionamento do sistema fotovoltaico conectado à rede

O sistema fotovoltaico conectado à rede, também conhecido como *on-grid*, opera de maneira integrada com a rede elétrica convencional. Figura 1 apresenta o passo a passo do funcionamento desse sistema:

1. Os painéis solares instalados captam a luz solar e convertem a irradiação solar em corrente contínua.
2. A corrente contínua gerada pelos painéis solares é convertida pelo inversor em corrente alternada.
3. A eletricidade convertida alcança o quadro de luz do imóvel.
4. A eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico é usada para alimentar dispositivos elétricos presentes no imóvel.
5. O sistema fotovoltaico *on-grid* pode aproveitar a geração excedente de energia durante o dia, quando os painéis solares produzem mais do que o imóvel consome. Esse excedente é injetado na rede de distribuição, sendo monitorado por um relógio bidirecional. A distribuidora calcula mensalmente a quantidade de energia injetada e consumida convertendo o excedente em créditos, que são compensados à noite quando não há geração de energia solar ou em momentos de baixa produção solar. Essa abordagem não apenas otimiza a eficiência do sistema, mas também oferece benefícios financeiros e contribui para a sustentabilidade energética.

Algumas falhas e perturbações prejudicam a eficiência em sistemas de geração fotovoltaica localizados em uma mesma área e com equipamentos que possuem propriedades técnicas similares. Um dos maiores motivos causados pelo déficit na geração são as perdas de *mismatch*, também denominadas como incompatibilidade ou descasamento. Existem também

as perdas causadas pela temperatura, o acúmulo de sujeira, degradação, inclinação, orientação e sombreamento, que tem um impacto significativo e pode ser verificado através do monitoramento de geração dos sistemas fotovoltaicos em tempo real remotamente (CARVALHO et al., 2021). Por isso, é essencial realizar, além de monitoramento, manutenções periódicas e limpeza dos módulos.

2.3 Dimensionamento do sistema fotovoltaico

O dimensionamento adequado de um sistema fotovoltaico desempenha um papel essencial na maximização da eficiência e rentabilidade do projeto. Caso esse dimensionamento não seja realizado corretamente, um sistema superdimensionado pode resultar em investimentos desnecessários, enquanto um subdimensionado pode não atender às demandas energéticas necessárias. Além disso, um dimensionamento incorreto pode acarretar problemas operacionais e reduzir a vida útil dos componentes do sistema (CARVALHO, 2023).

Portanto, para uma boa análise de dimensionamento precisamos dos seguintes procedimentos:

- a. Levantamento do consumo mensal de energia elétrica dos últimos doze meses, observáveis no histórico presente na conta de luz.
- b. Coleta de dados da localidade, fundamental para a análise detalhada da irradiação solar média um plano inclinado na região em que o sistema será instalado. Esses dados podem ser obtidos por meio da página virtual do Centro de Referência para Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito - CRESESB (CEPEL, 2018).
- c. Após considerar a média de consumo de energia e obter a irradiação solar média, é feita a seleção de equipamentos adequados, como painéis, inversores e, quando necessário, baterias (no caso da adoção de um sistema fotovoltaico *off-grid*).
- d. O cálculo da potência do sistema, necessário para atender a demanda energética com base na irradiação solar média e o consumo de eletricidade. Existem fórmulas específicas para aplicação desse cálculo, juntamente com a eficiência dos equipamentos e outros fatores.

- e. Determinação da quantidade de módulos e sua disposição no local de instalação. Fatores como orientação solar, inclinação e sombreamento devem ser considerados.
- f. Determinação do modelo de inversor, que geralmente deve possuir uma potência nominal superior à dos módulos, assegurando eficiência operacional e bom desempenho do sistema.
- g. Incorporação de softwares especializados, visando a análise de condições ambientais e climáticas para a instalação de seus sistemas. Essas ferramentas, por meio de algoritmos, determinam o tamanho ideal do sistema fotovoltaico, reduzindo os riscos de super ou subdimensionamento.

2.4 Software PV*SOL

O software PV*SOL é um dos mais utilizados para simulação de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica. Ele permite dimensionar sistemas de geração fotovoltaica, considerando uma variedade de parâmetros, como irradiação solar, a inclinação do telhado, o sombreamento e as características dos módulos fotovoltaicos. Além disso, o PV*SOL fornece dados precisos sobre o desempenho esperado do sistema, incluindo a produção de energia ao longo do tempo (PV*SOL, 2024).

2.5 Componentes do sistema

2.5.1 Módulo fotovoltaico

O termo técnico “módulo fotovoltaico” é utilizado para se referir à placa ou painel solar. Ele é composto por 36 a 72 células solares, geralmente compostas por silício e materiais dopantes, e desempenha um papel importante na captação da irradiação solar, convertendo a radiação solar em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico (PORTAL SOLAR, 2023).

A degradação da potência em um módulo é um processo que ocorre ao longo do tempo, causado pela exposição à radiação solar, variação de temperatura e umidade. Deve-se garantir que a potência nominal do módulo decaia dentro do limite aceitável e de maneira linear ao longo do período de garantia.

Em um módulo que tem como garantia de potência linear de 25 anos, indica que a unidade nunca se degrada a uma taxa superior de 0,55% ao ano. Isso significa que a potência nominal do módulo ainda será

pelos menos 84,6% da sua potência inicial, como mostra a Fig. 2 (SOLMAIS, 2024).

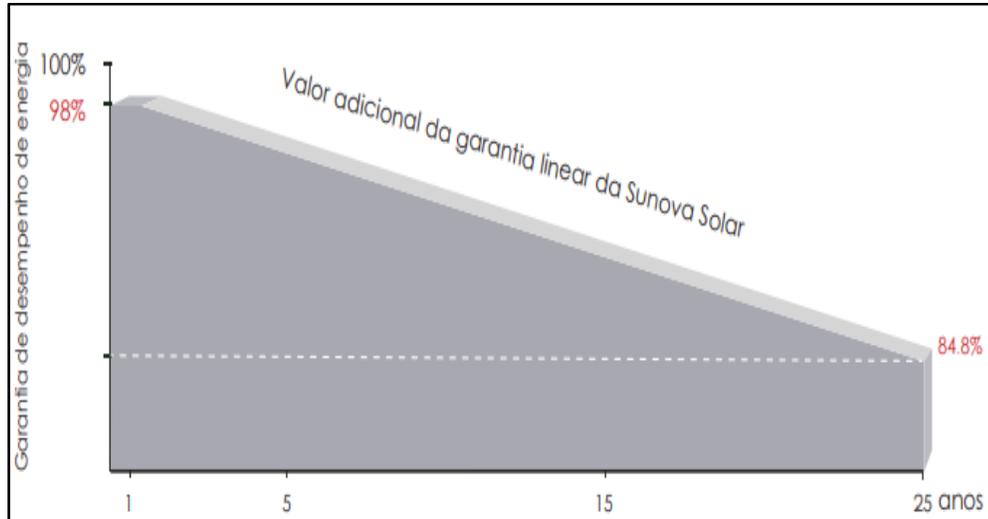


Figura 2 - Garantia de desempenho linear (SOLMAIS, 2024).

No mercado existem vários tipos de módulos fotovoltaicos, cada um com características específicas. Dois tipos principais, incluem:

2.5.1.1. Silício (Si) Monocristalino

As células feitas com este material (vide Fig. 2) são as mais utilizadas como conversor direto de energia solar em eletricidade. Elas são formadas em fatias de um único grande cristal. Enquanto o limite teórico de conversão da radiação solar em energia elétrica é de 27%, valores nas faixas de 12 a 16% são encontrados em produtos comerciais. Devido às quantidades de material utilizado e à energia envolvida para sua fabricação, esta tecnologia apresenta sérias barreiras para a redução de custos, mesmo em grandes escalas de produção (FADIGAS, 2023).

2.5.1.2 Silício (Si) Policristalino

Essas células são produzidas a partir do mesmo material que, ao invés de formar um único cristal volumoso, é solidificado como um bloco composto por numerosos pequenos cristais, conforme observado na Fig. 4.

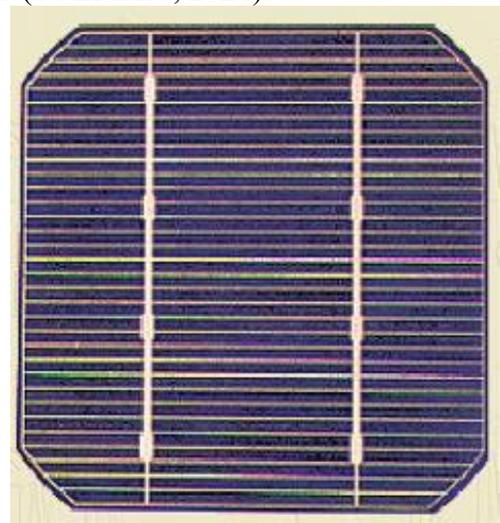


Figura 3 - Célula do tipo monocristalino (FADIGAS, 2023).

A partir deste bloco são obtidas fatias para fabricação das células. A presença de interfaces entre os vários cristais reduz a eficiência destas células. No entanto, na prática, os produtos disponíveis alcançam eficiências muito próximas das oferecidas em células monocristalinas, além de serem mais baratas (FADIGAS, 2023).

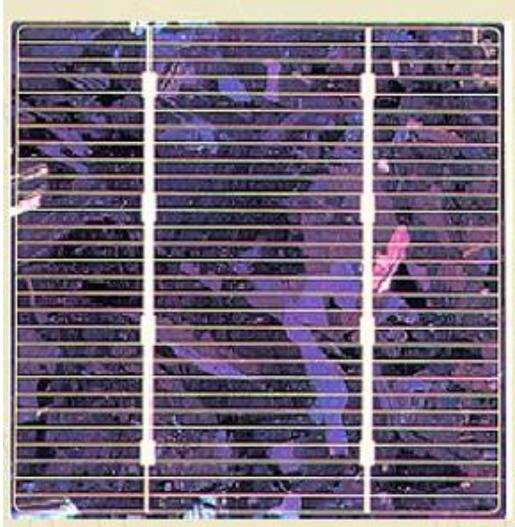


Figura 4 - Célula do tipo policristalina (FADIGAS, 2023).

2.5.2 Inversor Solar

De acordo com o PINHO et al. (2014), o inversor solar fotovoltaico é um dispositivo eletrônico capaz de fornecer energia elétrica em corrente alternada (CA) a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (CC), conforme observado na Fig. 5. A energia de corrente contínua pode ser proveniente, por exemplo, de baterias, células a combustível ou módulos fotovoltaicos. A tensão de corrente alternada de saída deve ter amplitude, frequência e conteúdo harmônico adequados às cargas a serem alimentadas. Além disso, os sistemas que estão conectados à rede elétrica devem ser sincronizados com a tensão da rede. No caso de sistema fotovoltaico, é possível classificar os inversores em duas categorias distintas, dependendo da aplicação: os SFIs, que se referem aos Sistemas Fotovoltaicos Isolados, e os SFCRs, que se referem aos Sistemas Fotovoltaico Conectados à Rede.

Embora os inversores utilizados em SFCRs compartilhem os princípios gerais de funcionamento com aqueles empregados em SFIs, eles possuem características específicas para atender às demandas das concessionárias de distribuição de energia. Essas características são focadas na segurança e na qualidade da energia injetada na rede.

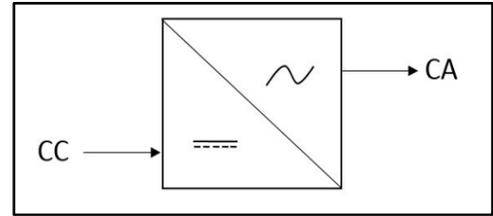


Figura 5 - Representação do Inversor (Energês, 2024)

2.5.3 String Box

De acordo com CLAMPER (2023), a *String Box* desempenha um papel na segurança operacional e na durabilidade do sistema fotovoltaico. Um exemplo de *String Box* é apresentado na Fig. 6. Ela realiza o seccionamento do sistema em casos de necessidade de desligamento para alguma intervenção ou diante de sobrecargas anormais. Além disso, ela oferece proteção para os equipamentos, em especial ao inversor, contra raios e surtos elétricos.



Figura 6 - *String Box* (CLAMPER, 2023)

2.5.4 Estrutura de Fixação

Há diversos elementos e estruturas de fixação para módulos fotovoltaicos disponíveis comercialmente. Sua seleção depende principalmente do local onde os módulos são instalados.

Geralmente opta-se por utilizar uma estrutura metálica adequada para esse tipo de telhado, que é composta por perfis metálicos, como aço inoxidável e alumínio. Para fixar sistemas solares fotovoltaicos, a estrutura é

projetada para resistir a fortes ventos e calor e frio intensos, garantindo a segurança, além de manter a inclinação ideal para captar a maior quantidade de luz solar possível (SSM SOLAR DO BRASIL, 2024).

Os suportes estão apresentados na Fig. 7.



Figura 7 - Suportes para fixação (HIPERESTRUTURA SOLAR, 2024)

2.6 Sustentabilidade Energética

Um conceito global que moldou a abordagem em relação ao desenvolvimento sustentável surgiu em 1987, quando a Organização das Nações Unidas estabeleceu a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Conhecido como Relatório Brundtland, este documento tornou-se um marco crucial no movimento pró-sustentabilidade. Em sua definição de desenvolvimento sustentável destaca-se o atendimento às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Hoje, considerações sobre sustentabilidade afetam muitas de nossas atividades diárias.

Projetos envolvendo geração fotovoltaica atendem aos 17 Objetos de Desenvolvimento Sustentável⁴ (vide Fig. 8), em especial o objetivo 7: Energia Limpa e Acessível (NAÇÕES UNIDAS, 2024).

Segundo as NAÇÕES UNIDAS (2024), o objetivo 7 visa assegurar até 2030:

- O acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia;
- O aumento da participação de energias renováveis na matriz energética global;
- O aumento da taxa global de melhoria da eficiência energética;
- O reforço à cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas;
- Expansão da infraestrutura e modernização da tecnologia para o fornecimento de serviços de energia para todos os países em desenvolvimento.

2.7 Rotary International

O Rotary International é um clube de serviços fundado em 1905, cujo surgimento vincula-se à finalidade de cultivar a boa vontade e a compreensão entre as pessoas do mundo todo. Ele é composto por clubes locais chamados clubes de Rotary (ou Rotary Clubs), formados por líderes comunitários e profissionais. A missão primordial do Rotary é impulsionar e apoiar projetos de serviço comunitário e ajuda humanitária em sete áreas de enfoque, a seguir (ROTARY, 2024):

- Água, saneamento e higiene;
- Consolidação da paz e prevenção de conflitos;
- Desenvolvimento econômico e comunitário;
- Educação básica e alfabetização;
- Meio ambiente;
- Prevenção e tratamento de doenças;
- Saúde materno-infantil.

⁴ Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram estabelecidos pelas Nações Unidas em 2015. Eles abrangem questões de desenvolvimento social e econômico, incluindo

pobreza, fome, saúde, educação, aquecimento global, igualdade de gênero, água, saneamento, energia, urbanização, meio ambiente e justiça social (NAÇÕES UNIDAS, 2024).



Figura 8 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (NAÇÕES UNIDAS, 2024)

Segundo dados de 2023, com mais de 1,1 milhão de membros em mais de 200 países e territórios, o Rotary International é uma das maiores organizações de serviço comunitário do mundo. No Brasil há cerca de 50 mil membros (ROTARY, 2023).

2.8 Fundação Rotária

A Fundação Rotária é uma organização sem fins lucrativos que auxilia nos projetos executados pelos membros do Rotary.

Desde sua fundação em 1917, ela investiu cerca de US\$ 4 bilhões em projetos em sete áreas de enfoque (citadas anteriormente). No período compreendido entre o segundo semestre de 2022 e o primeiro semestre de 2023, foram destinados US\$ 98 milhões em projetos e campanhas realizadas no mundo todo (ROTARY FOUNDATION, 2024).

Estes recursos são provenientes de doações de pessoas físicas, empresas e eventos organizados e realizados pelos Rotary Clubs. Alguns destes eventos são diretamente voltados à arrecadação de recursos à Fundação Rotária, para posterior destinação a uma ação ou projeto específico, no Brasil e (ou) no exterior.

2.9 Projetos de sistemas fotovoltaicos com o apoio do Rotary

Em 2021, frente ao aumento da demanda de projetos voltados ao meio ambiente, foi instituída uma área de enfoque específica para tal, a última das sete áreas de enfoque citadas anteriormente. Com isso, a tendência é aumentar a conscientização frente aos problemas ambientais, com a esperança de que os rotarianos desenvolvam mais projetos (ROTARY, 2023).

Na área de enfoque Meio Ambiente, há diversos projetos e eventos realizados no Brasil entre Julho de 2023 e Junho de 2024, a seguir:

- Plantio de árvores;
- Recuperação de nascentes;
- Limpeza de praias e rios;
- Soltura de peixes;
- Instalação de lixeiras em parques;
- Coleta de tampinhas e lacres de latinhas para aquisição de equipamentos diversos;
- Coleta de óleo de fritura;
- Coleta de eletrônicos inservíveis;
- Aquisição de equipamentos voltados à pesquisa ambiental;
- Educação ambiental;
- Instalação de sistemas fotovoltaicos;

Por conta da simplicidade na elaboração e consolidação dos projetos e custos decrescentes, têm se popularizado os projetos de sistemas fotovoltaicos

em instituições beneficentes, com o apoio dos Rotary Clubs (responsáveis pela elaboração dos projetos) e de pessoas físicas, empresas e Fundação Rotária (sendo esses três as fontes de recursos para a construção dos sistemas fotovoltaicos).

Para que um projeto com recursos da Fundação Rotária seja aprovado, é necessário que, além de elaborar o projeto dentro de prazos previamente estabelecidos pela Fundação Rotária e da comprovação de que o Rotary Club responsável pela elaboração da proposta de projeto conseguirá desenvolvê-lo (e realizar as prestações de contas no prazo), sua viabilidade técnica e econômica deverá ser comprovada, além de mostrar os impactos econômicos, sociais e ambientais positivos e sua sustentabilidade a longo prazo.

Além disso, exige-se uma contrapartida financeira, que pode ser dada pelos Rotary Clubs, por pessoas físicas e empresas de um valor de, no mínimo, 50% do valor total do projeto, sendo o valor restante coberto pela Fundação Rotária (ROTARY FOUNDATION, 2024). A divulgação dos sistemas fotovoltaicos instalados em mídias especializadas (inclusive na Revista Rotary Brasil) permite apresentar e estimular projetos similares futuramente, conforme observados em três edições desta revista nas Figs 9(a), 9(b) e 9(c) (Julho, Junho e Janeiro de 2024, respectivamente), visto que ainda há uma demanda reprimida no Brasil de geração distribuída de eletricidade.

Como estes projetos devem ser desenvolvidos com a garantia de que todo o recurso financeiro esteja disponível, não se aplica a concessão de financiamentos por instituições financeiras.

Dentro do contexto de organizações internacionais, como o Rotary, a aplicação do princípio de sustentabilidade em seu trabalho humanitário ajuda a aumentar o impacto dos projetos, além de garantir que as comunidades atendidas continuem a colher os frutos dessas ações no futuro. (ROTARY DISTRITO 4420, 2013). Evitar danos ambientais e garantir a viabilidade econômica são prioridades, uma vez que criar uma iniciativa social que não seja sustentável pode comprometer não apenas os valores de uma organização como o Rotary, mas também o bem-estar

da sociedade como um todo. A sustentabilidade não é apenas uma preocupação ambiental, é a garantia de que a organização tenha os recursos necessários para manter suas operações e contribuir para o bem-estar da comunidade a longo prazo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Dimensionamento do Sistema

Este trabalho visa analisar a implementação de um sistema de geração fotovoltaica em uma instituição beneficente a ser conectado à rede de distribuição da Energisa do Mato Grosso do Sul, tendo como objetivo gerar eletricidade para a instituição, utilizando a base de consumo energético médio.

O dimensionamento do sistema fotovoltaico será calculado considerando a média da fatura. Além de satisfazer a demanda energética da instituição, este será projetado para gerar excedentes a ser injetados à rede de distribuição.

Este estudo abrange não apenas a autossuficiência da instituição, mas também sua contribuição para a rede elétrica local (RIBEIRO, 2018).

Observa-se que o consumo mensal de eletricidade, conforme fornecido na Fig. 10, varia ao longo do ano. Com esses dados, determina-se a quantidade de eletricidade que o sistema fotovoltaico precisa gerar para atender ao padrão de consumo. Essa capacidade de planejamento é relevante em sistemas conectados à rede para suprir a demanda da instituição.

Após essa etapa, é realizada uma análise para encontrar a melhor localização para a instalação dos módulos solares, a inclinação dos módulos de acordo com a latitude e longitude da instituição. De acordo com WA SOLAR (2024), é importante que os módulos sejam posicionados no norte geográfico no Brasil e com o ângulo de inclinação igual ao da latitude. Caso disponha de um telhado com orientação para o norte e não existir sombras nessa região, é viável posicionar os módulos nessa posição. Isso permitirá que o sistema fotovoltaico alcance uma produção mais eficiente.

Distrito 4780 Parte do Rio Grande do Sul
Governadora: Patrícia Parreira



ENERGIA RENOVÁVEL

● O **Rotary Club de Dom Pedrito-Obelisco da Paz, RS**, inaugurou uma usina de placas fotovoltaicas no Lar de Idosos Major Alencastro da Fontoura. Para a concretização do projeto, no valor aproximado de R\$ 60 mil, o clube obteve recursos do Fundo Municipal do Idoso.

(a)

Distrito 4652 Parte de Santa Catarina
Governador: Eduardo Pfützenreuter



TRANSFORMANDO ENERGIA EM BEM-ESTAR

● Uma parceria entre o **Rotary Club de Timbó-Pérola do Vale, SC**, e o Ministério Público possibilitou a instalação de placas solares no Ancionato Elze Benz. O investimento de R\$ 174 mil busca trazer mais qualidade de vida aos idosos da instituição e a expectativa é de que o sistema reduza em mais de 90% o custo com energia elétrica.

(b)

Distrito 4680 Parte do Rio Grande do Sul
Governador: José Luiz Thomé Bornéo



INSTALAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA

● Em parceria com o Fundo Social Sicredi, o **Rotary Club de Rio Pardo-Tranqueira Invicta, RS**, instalou uma usina fotovoltaica, no valor de R\$ 32 mil, no Instituto Medianeira – Casa da Criança, localizado em Rio Pardo e que atende 80 crianças em situação de vulnerabilidade social no contraturno escolar, proporcionando formação integral e alimentação. Além de contribuir com o meio ambiente fornecendo energia limpa, o projeto proporcionou economia com a conta de energia elétrica da instituição.

(c)

Figuras 9(a,b,c) - Divulgação dos projetos de sistemas fotovoltaicos (REVISTA ROTARY BRASIL, 2024).

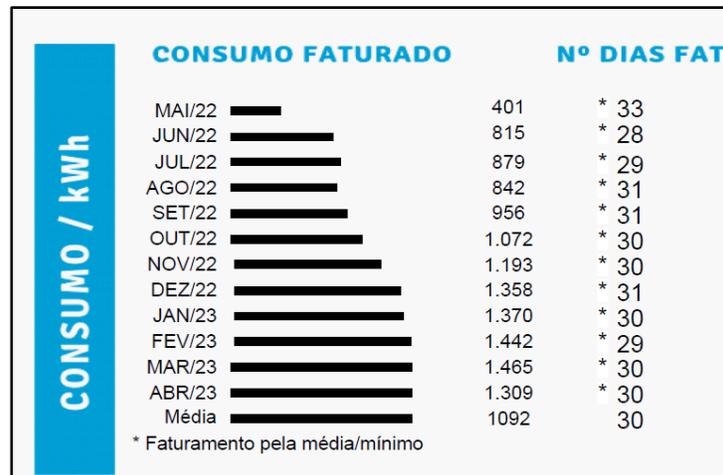


Figura 10 - Consumo mensal da fatura de energia da Instituição.

E em seguida, foram determinadas as características do módulo e do inversor a serem utilizados. Esses passos são essenciais para avaliar a eficiência do sistema fotovoltaico e sua viabilidade econômica ao longo do tempo, levando em consideração os dados de consumo, as condições climáticas do local e as características específicas dos equipamentos escolhidos (RIBEIRO, 2018).

O cálculo para obter o número de módulos e o inversor a ser instalado foi realizado a partir do consumo médio da fatura de energia.

Tabela 1 apresenta as médias mensais de irradiação solar, em kWh/m². dia, em Dourados-MS durante o ano a partir de diferentes ângulos de inclinação.

O histórico apresentado na Fig. 10 considera que um sistema de **1450 kWh/mês** seja capaz de atender a demanda de eletricidade. Para calcular a quantidade de módulos a serem instalados, foi considerado um módulo com potência de 560 W. Também foi considerada a irradiação solar média anual de 5,07 kWh/m². dia (dado obtido na Tabela 1) e um valor de 1000 W/m² como valor de irradiação padrão em condições padrões de teste (PORTAL SOLAR, 2023) A energia gerada do módulo é dada pela Eq. 1:

$$E_{gm} = \text{Potência da placa} \times \text{Irradiação média diária} \times \frac{30 \text{ dias}}{1000} \quad (\text{equação 1})$$

$$E_{gm} = 560 \times 5,07 \times 30 / 1000$$

$$E_{gm} = 85,17$$

Para o sistema fotovoltaico *on-grid* é considerada uma perda total de 20 a 25% devido a perdas nos inversores durante a conversão de corrente contínua em alternada, diminuição da incidência solar nos módulos por sombreamento, orientação inadequada dos módulos, acúmulo de sujeira na superfície dos módulos e desgaste ao longo do tempo dos componentes do sistema fotovoltaico. Na Eq.1 é considerado também a eficiência do sistema.

$$E_{gm} = 85,17 \times \eta_{\text{sistema}}$$

$$E_{gm} = 84,9 \times 0,75 = \mathbf{63,88 \text{ kWh/módulo}}$$

Para saber a quantidade de módulos para atender a um consumo mensal de 1450 kWh, calcula-se a razão entre o consumo mensal e a energia elétrica gerada por cada módulo (vide Eq. 2):

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = \frac{\text{Consumo mensal}}{\text{Energia elétrica gerado do módulo (equação 2)}}$$

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = \frac{1450 \text{ kWh}}{63,88 \text{ kWh/módulo}} = 22,69 \text{ módulos}$$

Considerando que a geração não deve ser inferior ao 1450 kWh, então a quantidade de módulos será de:

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = \mathbf{23 \text{ módulos}}$$

Tabela 1 - Média mensal da irradiação no local (CEPEL, 2023)

Cálculo no Plano Inclinado				
Estação: Dourados				
Município: Dourados, MS - Brasil				
Latitude: 22°16'27,1"S				
Longitude: 54°49'38,5"W				
Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² . dia]				
Mês	Plano Horizontal (0°)	Ângulo igual à latitude (22°)	Maior média anual (19°N)	Maior mínimo mensal (38°)
Janeiro	5,89	5,34	5,44	4,64
Fevereiro	5,72	5,46	5,53	4,93
Março	5,26	5,41	5,43	5,16
Abril	4,48	5,04	5	5,11
Mai	3,67	4,48	4,4	4,75
Junho	3,34	4,25	4,15	4,62
Julho	3,47	4,34	4,25	4,66
Agosto	4,44	5,22	5,15	5,41
Setembro	4,75	5,05	5,04	4,92
Outubro	5,32	5,2	5,25	4,78
Novembro	5,89	5,41	5,5	4,74
Dezembro	6,34	5,65	5,77	4,83
Média	4,88	5,07	5,08	4,88
Delta	3,01	1,39	1,62	0,79

Sendo assim, estima-se a potência total de pico (kWp) da instalação⁵, visto que ela pode ser obtida através da

relação entre a potência do módulo e número de módulos, apresentando na Eq. 3:

⁵ O Watt-pico é uma unidade de potência criada para medição em painéis fotovoltaicos. Isso ocorre porque os painéis solares podem variar em potência de acordo com a irradiação solar.

$$\text{Potência (kWp)} = \text{Potência do módulo (W)} \times \text{n}^\circ \text{ de módulos} / 1000$$

$$\text{Potência (kWp)} = 560 \text{ W} \times 23 \text{ módulos} / 1000 = \mathbf{12,88 \text{ kWp}}$$

3.2. Instalação

A primeira etapa da instalação é a análise da localização, orientação e inclinação do telhado e a área destinada à instalação dos módulos fotovoltaicos. Esse

espaço deve receber luz solar direta, sem ser afetado por sombras de prédios ou árvores. A orientação mais adequada dos módulos é voltada para o norte.

3.2.1. Localização da instituição beneficente

A instituição está localizada na cidade de Dourados-MS, com as coordenadas geográficas 22°16'27.1"S e 54°49'38.5"W, conforme observada em fotos de satélite nas Figs. 11 e 12.



Figura 11 - Imagem do satélite da instituição beneficente em estudo (Google Maps, 2024)



Figura 12 - Imagem atual do drone da instituição.

3.2.2. Fixação dos Módulos

Para iniciar a instalação do sistema fotovoltaico, foram fixados mini trilhos no telhado, dando como exemplo o monotrilha apresentado na Fig. 13.

O primeiro passo consiste em implementar os suportes dos módulos, sendo fundamental preparar as estruturas

no telhado de maneira adequada para evitar qualquer risco de infiltração. Geralmente, as estruturas de fixação são pré-fabricadas com alumínio, e os trilhos se encaixam perfeitamente nos suportes para receber os módulos.



Figura 13- Mini trilho Solar (ArtSign Energy, 2024)

3.2.3. Instalação do Inversor

Para instalar o inversor, é necessário fixá-lo em uma estrutura robusta capaz de suportar o seu peso. A instalação deve ser feita de forma vertical, com uma inclinação máxima de $\pm 5^\circ$. Se o inversor for inclinado a um ângulo maior do que o especificado, a dissipação de calor pode ser prejudicada, o que pode resultar em uma potência de saída inferior à esperada (GINLONG TECHNOLOGIES, 2024).

Outros componentes que compõem a instalação são os quadros de proteção de corrente contínua (CC) e de corrente alternada (CA). No lado da corrente contínua, para conectar as *strings*, inclui-se as chaves de desconexão CC e o Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS). No mesmo quadro, deve ter o barramento de aterramento, reunindo as conexões à terra das estruturas metálicas e carcaças dos módulos. O quadro de proteção de corrente alternada é fundamental para estabelecer a conexão entre os

inversores e a rede elétrica. Na entrada do sistema, encontra-se a presença do disjuntor e recomenda-se a utilização de DPS em regiões com elevada incidência de descargas atmosféricas para proteger a instalação e o lado da corrente alternada dos inversores (PELLEGRINI, 2019).

O modelo do inversor e dos quadros de proteção citados é apresentado na Fig. 14.

3.2.4. Aterramento do sistema

Todos os sistemas fotovoltaicos devem ser aterrados em conformidade com as normas de segurança, como estabelecido pela NBR 5410:2024, conforme observado nas Figs. 15(a) e 15(b). Normalmente, os painéis solares são aterrados na estrutura de fixação e essa estrutura é conectada à malha de aterramento do local.

4. CARACTERIZAÇÃO DO MÓDULO FOTOVOLTAICO

O módulo consiste em uma estrutura montada em um quadro de alumínio, o qual é composto por células fotovoltaicas em paralelo ou em série, geralmente coberta por vidro, com o intuito de evitar as influências do tempo e minimizar eventuais repercussões (RIBEIRO, 2018).

Um exemplo de módulo fotovoltaico citado pode ser observado na Fig. 16.

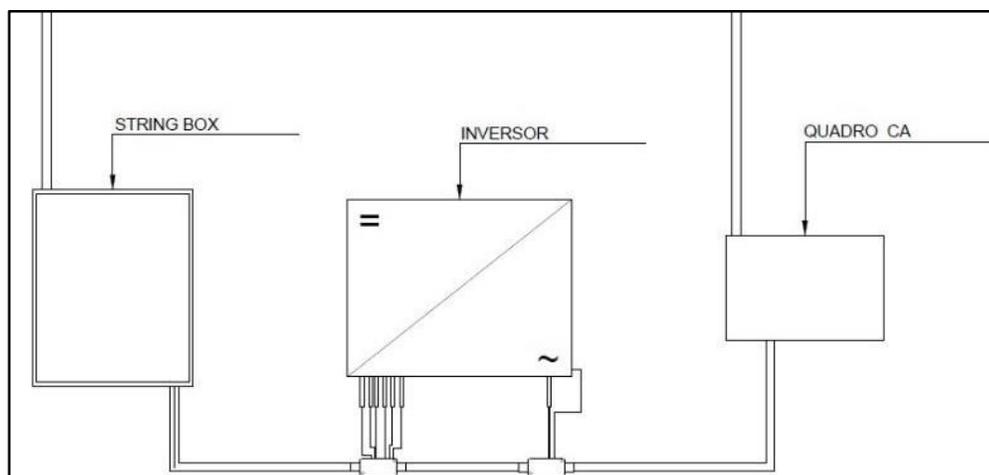


Figura 14 - Layout dos equipamentos projetados



(a)

(b)

Figuras 15 (a) e (b) - Aterramento de proteção



Figura 16 - Módulo fotovoltaico da Sunova Solar (NORTESULSHOP, 2024)

O sistema fotovoltaico em estudo é composto por 23 módulos de 560 W, cujo modelo é SS-560-72MDH da

Sunova Solar, com garantia de 25 anos de desempenho linear, cujas especificações técnicas estão presentes na Tabela 2. O coeficiente de temperatura de potência de pico dos módulos é de 0,27%/°C, o que significa que há redução de 0,27% de potência dos módulos a cada grau de temperatura em que a célula opera acima da condição de teste (KASATEC, 2024).

Tabela 2 - Especificações dos módulos fotovoltaicos (KASATEC, 2024).

SS-560-72MDH 560W	
Potência Máxima - P _{máx} (W)	560
Tensão de circuito aberto - Voc (V)	49,76
Corrente de curto-circuito - I _{sc} (A)	14,25
Eficiência do Módulo - STC (%) ⁶	21,68
Temperatura nominal de operação (°C)	45 ± 2
Coeficiente de temperatura Voc (%/°C)	-0,27

⁶ STC significa Condições de Teste Padrão (*Standard Test Conditions*), que é o padrão da indústria solar para as condições sob as quais um módulo solar é testado.

Dimensões (mm)	2278×1134×30
Massa (kg)	27,6
Temperatura de teste (°C)	25

5. CARACTERIZAÇÃO DO INVERSOR

Nesse projeto foi selecionado um inversor do tipo *String On-Grid* da marca Solis, no modelo S5-GR1P10K (vide Fig. 17), para atender a capacidade do sistema fotovoltaico. A garantia é de 12 anos de garantia de fabricação e 30 anos de garantia de performance (SOLIS INVERTERS, 2023).



Figura 17 - Inversor Solar (SOLIS INVERTERS, 2023).

As principais características técnicas deste inversor estão apresentadas na Tabela 3.

6. ARRANJO DAS STRINGS

Com a escolha do inversor e dos módulos, juntamente com suas características específicas, dimensionar cada *string* com base no limite máximo de tensão CC do inversor.

Com o total de 23 módulos, um arranjo foi proposto, conforme observado na Fig. 18.

Tabela 3 - Especificações do inversor

S5-GR1P10K	
DADOS DE ENTRADA CC	
Tensão máxima de entrada (V)	600
Tensão Nominal (V)	300
Corrente máxima por MPPT (A)	14
Nº máximo de entrada	3
DADOS DE SAÍDA CA	
Potência ativa (kW)	10
Frequência de rede (Hz)	50 - 60
Tensão de saída (V)	220 - 230
Corrente de saída (A)	43,5 - 45,5
EFICIÊNCIA	
Eficiência máxima (%)	98,1

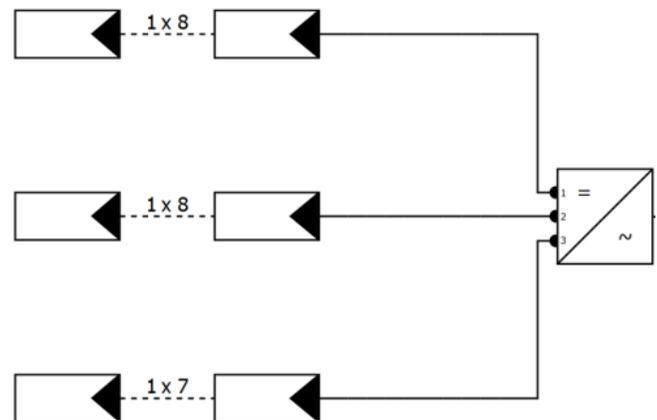


Figura 18 - Arranjo das Strings (PV*SOL, 2024)

Figura 19, mostra a configuração das *strings* do sistema fotovoltaico, simuladas pelo software PV*SOL. Ela mostra a distribuição dos módulos em três *strings*, sendo uma composta por sete módulos e duas composta por oito módulos cada. Os módulos estão instalados na direção nordeste, o que proporciona um rendimento mais elevado, sem sombras, garantindo uma eficiência máxima.



Figura 19 - Layout do sistema fotovoltaico instalado

7. RESULTADOS

7.1. Suportes de Fixação

Os suportes foram fixados no telhado da instituição cuja cobertura é de zinco. Os trilhos devem ser corretamente parafusados e nivelados para garantir que os módulos não tenham torções ou encaixes inadequados, como mostram as Figs. 20(a) e 20(b).



(a)



(b)

Figura 20 - Suporte para os módulos (a) e (b).

7.2. Instalação dos Módulos

Após a fixação dos suportes, os módulos foram instalados de acordo com o layout apresentado na Fig. 21.



Figura 21 - Módulos instalados no telhado do prédio principal da instituição beneficente.

7.3. Conexões entre inversor e *string box*.

Posteriormente, foram instaladas a *string box*, responsável pela proteção dos lados CC e CA, e do inversor solar, em local de fácil acesso para futuras manutenções. Esse arranjo da instalação é observado na Fig. 22, como o layout observado na Fig. 14.

7.4. Verificação de parâmetros do sistema fotovoltaico

Com os equipamentos instalados, foram realizadas as conexões elétricas. Para garantir a conformidade das instalações das *strings* com as especificações do inversor, foram verificados se os pontos de máxima potência (MPPTs) apresentavam tensões e correntes conforme indicado no *datasheet*.

Na Tab. 4, são apresentados os dados obtidos no inversor após a instalação. Com isso, são apresentadas as tensões e correntes medidas na MPPTs, permitindo uma avaliação da adequação das instalações das *strings* em conformidade com as especificações do inversor.



Figura 22 - Instalação da *string box* e inversor

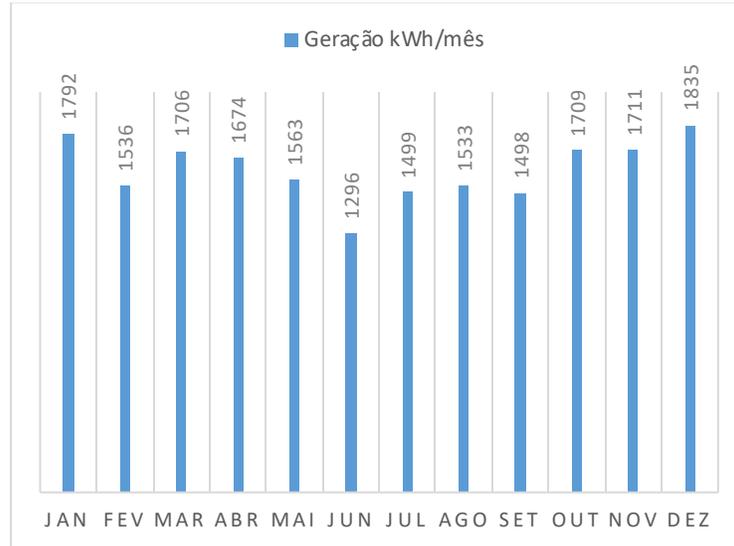
Tabela 4 - Dados de operação das *strings*

Modelo	S5-GR1P10K	
MPPT	Tensão (V)	Corrente (A)
MPPT 1	286.4	10.0
MPPT 2	282.4	10.0
MPPT 3	242.8	10.1

7.5. Geração estimada de energia

Através do software PV*SOL, foi calculada a eletricidade que o sistema fotovoltaico pode gerar com bases em diversos fatores, como localização, orientação dos módulos, inclinação, entre outros. O resultado pode ser observado na Fig. 23.

Figura 23 - Geração Mensal (PV*SOL, 2024)



Assim, temos uma geração média de 1.613 kWh/mês.

7.6. Custo e o Retorno do Investimento

O custo para o sistema de geração solar realizado, avaliado em R\$ 35.000,00 (trinta e cinco mil reais), foi implementado como um investimento do Rotary Club para a instituição, considerando todos os componentes e serviços necessários para implantação da usina. Com o investimento realizado e a geração de energia solar da instituição, é possível calcular o período de retorno do investimento (payback).

O payback representa o tempo necessário para recuperar o valor investido por meio das economias obtidas na redução da conta de luz.

Para fazer o cálculo do payback de um sistema fotovoltaico, precisamos considerar o investimento inicial, a tarifa de energia e a geração mensal de energia. Considerando o valor da tarifa Energia MS de R\$ 1,12.

Assim, calcula o valor da economia:

$$\text{Economia mensal} = \text{Geração mensal} \times \text{Tarifa de energia}$$

$$\text{Economia mensal} = 1.613 \text{ kWh/mês} \times \text{R\$ } 1,12/\text{kWh} = \text{R\$ } 1.806,56 \text{ mês}$$

$$\text{Economia anual inicial} = 1.806,56 \times 12 = \text{R\$ } 21.678,72$$

Cálculo do Payback:

$$\text{Payback} = \text{Investimento inicial} / \text{Economia mensal}$$

$$\text{Payback} = \text{R\$ } 35.000 / \text{R\$ } 1.806,56 \text{ mês} \cong 19,4 \text{ meses}$$

Portanto, o retorno do investimento do sistema fotovoltaico será de aproximadamente 1 ano e 7 meses. Lembrando que o cálculo simplificado não leva em consideração todos os aspectos, como depreciação do equipamento, taxa de disponibilidade ou outros fatores que podem afetar o retorno real do investimento.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi proposto uma implantação de um sistema de energia solar, que resultou na redução dos gastos com a energia elétrica e visando viabilidade econômica e sustentável do uso de energia solar. Podemos concluir que o tempo de retorno do investimento confirmou a viabilidade do projeto e a geração mensal de atendeu a necessidade energética da instituição.

Além dos benefícios econômicos, o projeto pode trazer importantes vantagens sociais. A instituição torna um exemplo de práticas sustentáveis, inspirando outras organizações e a comunidade local a adotarem

soluções sustentável para a cidade de Dourados – MS incentivando programas educativos e eventos de sensibilização e conscientização sobre a importância das energias renováveis.

Portanto, os resultados obtidos na pesquisa podem contribuir significativamente para ampliação de novos projetos nesse campo, que demonstra que o investimento em energia renováveis é altamente benéfica, proporcionando vantagens econômicas, sociais e ambientais.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. 2022: o melhor ano da energia solar no Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/2022-o-melhor-ano-da-energia-solar-no-brasil>. Acesso em: 21 dez. 2023.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Geração Distribuída. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 21 dez 2023.

ARTSIGN ENERGY. Mini trilho para montagem de telhado solar (DR-07). Disponível em: https://pt.artsignenergy.com/mini-rail-for-solar-roof-mounting-dr-07_p159.html. Acesso em: 18 mar. 2024.

CANAL SOLAR. Brasil foi o 3º país que mais adicionou fonte solar em 2023. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/brasil-3o-pais-adicionou-fonte-solar-2023/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CARVALHO, Lia. Como dimensionar sistema fotovoltaico. 2023. Disponível em: <https://institutosolar.com/como-dimensionar-sistema-fotovoltaico/>. Acesso em: 15 dez. 2023.

CARVALHO, Vitória; DANTAS, Juliana Cristina; GUERRA, Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella. Sistemas fotovoltaicos: análise de perdas por mismatch. Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica v.3 n.2, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/r4em/article/view/10636>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Potencial Solar - SunData v 3.0. 2018. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 18 dez 2023.

CLAMPER. String Box. Disponível em: <https://www.lojaclamper.com.br/dps-clamper-solar-string-box-1000v-4e-4s-92-p>. Acesso em: 18 dez 2023.

ENERGÊS. Guia de Inversor Solar. Disponível em: <https://energes.com.br/inversor-solar/>. Acesso em: 19 jan. 2023

FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral. Energia solar fotovoltaica: fundamentos, conversão e viabilidade técnico-econômica. São Paulo: Universidade de São Paulo - USP. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/56337/mod_resource/content/2/Apostila_solar.pdf. Acesso em: 13 nov. 2023.

GINLONG TECNOLOGIES. Manual do usuário do Inversor Solis S5-GR1P(7-10)K. Disponível em: [https://www.ginlong.com/uploads/file/Solis_Manual_S5-GR1P\(7-10\)K_EUR_POR_V1.0.pdf](https://www.ginlong.com/uploads/file/Solis_Manual_S5-GR1P(7-10)K_EUR_POR_V1.0.pdf). Acesso em: 09 mar. 2024.

GOV.BR. Brasil bate recorde de expansão da energia solar em 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-bate-recorde-de-expansao-da-energia-solar-em-2023>. Acesso em: 10 jul. 2024.

HIPERESTRUTURA SOLAR. Kit para telha de zinco ou aluzinco. Disponível em: <https://hiperestruturasolar.com.br/produto/kit-para-telha-de-zinco-ou-aluzinco>. Acesso em: 23 fev. 2024.

KASATEC. Manual do Módulo de Placa Solar. Disponível em:

<https://www.kasatec.com.br/manuais/555w.pdf> .
Acesso em: 05 mar. 2024.

NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 jul. 2024.

NORTESULSHOP. Módulo Painel Placa Solar Sunova 560W Mono. Disponível em: <https://nortesulshop.com.br/product/modulo-painel-placa-solar-sunova-560w-mono/> . Acesso em: 5 mar. 2024.

PELLEGRINI, Lucas Valmir. Projeto de usina fotovoltaica de 5 MWp em São Luiz do Purunã. 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/18521> . Acesso em: 09 mar. 2024.

PINHO, João Tavares; GALTINO, Marco Antonio. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaico. 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/M anual de Engenharia FV 2014.pdf>. Acesso em: 23 out. 2023.

PORTAL SOLAR. Módulo Fotovoltaico. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/modulo-fotovoltaico> . Acesso em: 13 nov. 2023.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei nº 14.300, de 6 de Janeiro de 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2022/lei/114300.htm. Acesso em: 10 jul. 2024.

PV*SOL. PV*SOL. Disponível em: <https://pvsol.software/en/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

REVISTA ROTARY BRASIL. Revista Rotary Brasil. Disponível em: <https://issuu.com/revistarotarybrasil>. Acesso em: 11 jul 2024.

RIBEIRO, Raylla Pereira. Estudo de Caso: Dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico

Residencial. Araxá, CEFET-MG, 2018. Disponível em: <https://www.eng-automacao.araxa.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/152/2018/01/Tcc-Raylla-1.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2023.

ROTARY. Quem somos. Disponível em: <https://www.rotary.org/pt/about-rotary>. Acesso em: 25 out. 2023.

ROTARY DISTRITO 4420. Sustentabilidade no Rotary. São Paulo, Rotary Distrito 4420, 2013. Disponível em: http://www.rotary4420.org.br/1213/downloads/FR_Sustentabilidade_pt.pdf. Acesso em: 16 dez. 2023.

ROTARY FOUNDATION. A Fundação Rotária. Disponível em: <https://www.rotary.org/pt/about-rotary/rotary-foundation>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SOLIS INVERTERS. S5-GR1P (7-10) K. Disponível em: [https://www.solisinverters.com/global/solarinverter3/S5-GR1P\(7-10\)K_gl.html](https://www.solisinverters.com/global/solarinverter3/S5-GR1P(7-10)K_gl.html). Acesso em: 16 dez. 2023.

SOLMAIS. Sunova solar. 2024. Disponível em: <https://solmais.com.br/blog/marcas/sunova-solar>. Acesso em: 10 jul. 2024

SSM SOLAR DO BRASIL. Estrutura metálica: a importância dela para o projeto de energia solar. Disponível em: <https://ssmsolardobrasil.com.br/estrutura-metalica-a-importancia-dela-para-o-projeto-de-energia-solar/> . Acesso em: 23 fev. 2024.

VALUATA, O que é: Cogeração qualificada. Disponível em: https://pt.artsignenergy.com/mini-rail-for-solar-roof-mounting-dr-07_p159.html. Acesso em: 10 jul. 2024.

WA SOLAR. Melhor Direção e Inclinação para Painel Solar. Disponível em: <https://www.wasolar.com.br/melhor-direcao-e-inclinacao-painel-solar> . Acesso em: 06 jan. 2024.