

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PHILADELPHO GOUVÊA NETTO
Técnico em Eletrotécnica**

**Izaias Pereira
Nelson Teixeira Junior
Paulo Henrique Tope
Raphael Fernando Cyborra Romão
Yago Ramalho Alves Pereira**

**ESTUDO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE EM UMA IGREJA
EVANGELICA**

São José do Rio Preto/SP

2023

Izaias Pereira
Nelson Teixeira Junior
Paulo Henrique Tope
Raphael Fernando Cyborra Romão
Yago Ramalho Alves Pereira

**ESTUDO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
CONECTADO A REDE EM UMA IGREJA EVANGELICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Eletrotécnica da Etec Philadelpho Gouvêa Netto, orientado pelo Prof. Mario Kenji Tamura, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em eletrotécnica.

São José do Rio Preto/SP

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que nos deu a capacidade, força e inteligência para vencermos mais esta etapa em nossas vidas, as nossas famílias que sempre estiveram ao nosso lado dando apoio e nos motivando para que continuássemos perseverantes nesta caminhada, a todos os professores da instituição Etec Philadelpho Gouvêa Netto, pela paciência, dedicação e disponibilidade de nos passar seus conhecimentos e principalmente suas experiências e aos colegas de classe que caminharam junto conosco todo esse caminho.

“Aprendi através da experiência amarga a suprema lição: controlar minha ira e torná-la como o calor que é convertido em energia. Nossa ira controlada pode ser convertida numa força capaz de mover o mundo.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo do estudo da inserção de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica de baixa tensão na Igreja Evangelica Assembleia de Deus Ministerio Madureira localizada na cidade de São José do Rio Preto, estado de São Paulo, para suprir o consumo energetico da igreja.

Estudar a viabilidade econômica de sua instalação poderá ajudar na propagação dessa tecnologia no país. A questão de busca de fontes alternativas e renováveis de produção de energia elétrica da forma mais limpa de geração possível, que não ocasionam problemas ambientais. Já é uma realidade concreta e confiável, visível em muitos países considerados desenvolvidos. Hoje em dia, é possível encontrar telhados com usinas fotovoltaicos em várias edificações de diversos tipos em centros urbanos, gerando energia limpa.

No Brasil, a energia solar fotovoltaica ainda não foi superada a barreira econômica, pois o valor de implementação de um sistema fotovoltaico continua tendo um custo elevado para quem deseja adquirir esta tecnologia para gerar energia. Este trabalho mostra que a produção de energia solar fotovoltaica está em vias de se tornar um investimento ao alcance da população, mas ainda necessita de um ambiente mais favorável para sua expansão onde incentivos fiscais de produção sejam concedidos por parte do governo, justificado pelo impacto ambiental que a disseminação desta tecnologia proporcionaria.

Palavras chave: Sistema fotovoltaico; Investimento; Tecnologia; Implementação; Igreja; Energia.

ABSTRACT

The present work aims to study the insertion of a photovoltaic system connected to the low voltage electrical network in the Evangelical Church Assembly of God Ministry Madureira located in the city of São José do Rio Preto, state of São Paulo, to supply the energy consumption of the church.

Studying the economic viability of its installation could help in the propagation of this technology in the country. The issue of searching for alternative and renewable sources of electrical energy production in the cleanest form of generation possible, which do not cause environmental problems. It is already a concrete and reliable reality, visible in many countries considered developed. Nowadays, it is possible to find roofs with photovoltaic plants on several buildings of different types in urban centers, generating clean energy.

In Brazil, photovoltaic solar energy has not yet overcome the economic barrier, as the value of implementing a photovoltaic system continues to have a high cost for those who wish to acquire this technology to generate energy. This work shows that the production of photovoltaic solar energy is on the way to becoming an investment within the reach of the population, but it still needs a more favorable environment for its expansion where production tax incentives are granted by the government, justified by the environmental impact. that the dissemination of this technology would provide.

Keywords: Photovoltaic system; Investment; Technology; Implementation; Church; Energy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Justificativa	8
1.2. Materiais e métodos de pesquisa	9
1.3. Revisão Bibliográfica	9
1.4. Classificação dos Sistemas Fotovoltaicos	10
1.4.1. Sistemas fotovoltaicos Isolados	11
1.4.2. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede	12
1.4.3. Componentes do Sistema Fotovoltaico	15
1.4.4. Paineis solares	15
1.4.5. Inversores	20
1.4.6. Material Elétrico	22
1.4.7. Estrutura	23
1.4.8. Medidor Bidirecional	28
1.4.9. Monitoramento de energia solar	29
1.5. Seguranças do trabalho nas Instalações Elétricas	31
2. OBJETIVO	35
2.1. Localização do imóvel	35
2.2. Cálculo Fotovoltaico Efetuado	36
2.3. Análise do payback	41
2.4. Dimensionamento para Instalação dos painéis	42
2.5. Garantia do Equipamento	42
2.5.1. Componentes utilizados na instalação	42
2.5.2. ART (Anotação de Responsabilidade Técnica)	43
2.6. Esquema Unifilar	45
3. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

A História da Energia Solar Fotovoltaico o efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez no ano de 1839, pelo físico francês Alexandre-Edmond Becquerel. Ele descobriu que certos materiais produzem pequenas quantidades de corrente elétrica quando expostos à luz, ele fez isso mergulhando um eletrodo em uma solução de eletrólito.

Em 1883 foi produzida a primeira célula solar produzida com selênio, com eficiência de conversão de aproximadamente 1%. Os estudos foram avançando durante o fim do século 19 até a metade do século 20 e diversos físicos como Lange, Grondahl e Schottkl, Ohl, Billing e Plessnar e Shockely, contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica absoluto dentre os materiais utilizados. O grande salto no desenvolvimento do mercado fotovoltaico resultou do rápido aumento da produção chinesa, observado desde 2006.

Em 2003, a Ásia não figurava entre os dez maiores fabricantes do mundo, entretanto, em 2008, três destes eram da China e um de Taiwan e, em 2009, a China já ocupava a liderança na fabricação de módulos.

(FADIGAS, 2012).

1.1. Justificativa

O estudo e desenvolvimento de tecnologia fotovoltaica são de grande importância para a sustentabilidade, dada a escassez de recursos naturais e o aumento da demanda por oferta de recursos energéticos renováveis. A energia solar é o aproveitamento de uma fonte de energia que possuímos em abundância, visando a preservação do meio ambiente e em contrapartida a economia financeira.

O Brasil recebe uma insolação (número de horas de brilho do Sol) superior a 3000 horas por ano, sendo que na região Nordeste há uma incidência média diária entre 4,5 a 6 kWh. É o país com a maior taxa de irradiação solar do mundo.

1.2. Materiais e métodos de pesquisa

Estudo de normas técnicas, resoluções e leis que regulamentam o sistema de geração distribuída de energia solar. Projeto, memorial de cálculo, planilhas de custose registros fotográficos da entidade usada como estudo para implementação da usina.

1.3. Revisão Bibliográfica

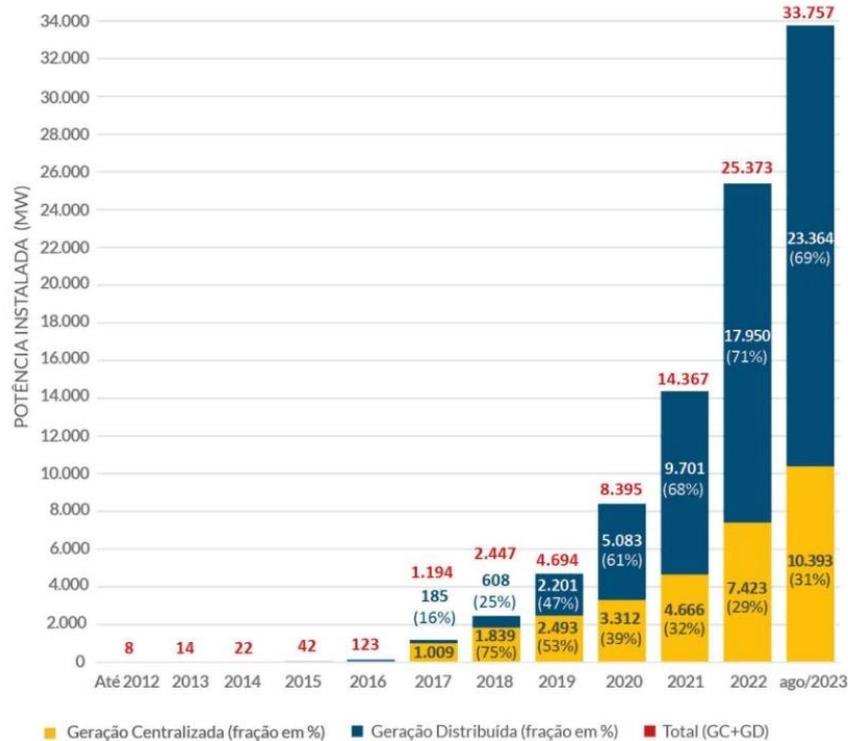
A energia solar é uma das energias alternativas que mais vêm ganhando espaço no cenário e no mercado de energias. É considerada uma fonte de energia alternativa limpa e renovável, além de apresentar bom custo-benefício. Trata-se de um recurso abundante, principalmente nas regiões intertropicais. Países que se encontram entre os trópicos possuem enorme potencial para a produção desse tipo de energia. A energia solar é captada por células fotovoltaicas presentes em painéis solares. Pode ser obtida de forma direta, por meio dos painéis constituídos por essas células fotovoltaicas ou coletores instalados nos telhados das unidades consumidoras, ou ainda de forma indireta, por meio da construção de usinas em áreas de intensa insolação, nas quais são instalados diversos coletores de energia solar.

A energia solar no Brasil tinha capacidade instalada de 25 MW em 2022. Em 2021 o Brasil era o 14º país do mundo em termos de potência instalada de energia solar (14,3 GW). Do total da matriz energética brasileira instalada, 2,48% era composta pelos sistemas solares fotovoltaicos em outubro de 2021. Em meados de 2019, tinha equivalente a (4.6 MW). Em agosto de 2023 já tem até o presente momento instalado um total de (33,7 MW).

Gráfico 1 - Evolução do potencial instalado no país.

Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2023.



<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>

1.4. Classificação dos Sistemas Fotovoltaicos

Por serem geradores de energia elétrica, os sistemas fotovoltaicos são classificados de acordo com sua topologia perante o meio mais comum de fornecimento de eletricidade, a rede de distribuição pública de energia elétrica. Dessa forma, os sistemas fotovoltaicos isolados são aqueles que não possuem qualquer tipo de interligação com a rede de distribuição de energia. Já, por outro lado, os sistemas fotovoltaicos conectados à rede são aqueles que dependem da interconexão com a rede para realizar a transformação da radiação solar em energia elétrica.

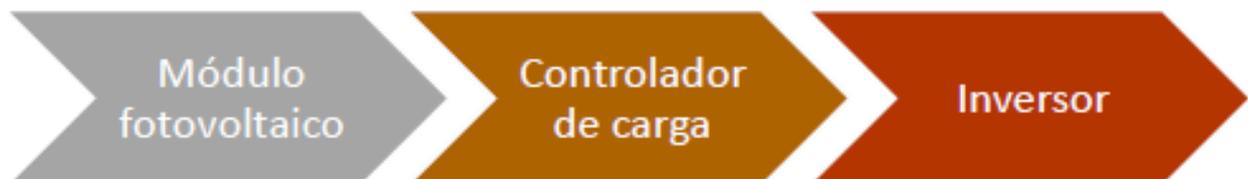
(Fonte: Monografia TCC Solares 2022)

1.4.1. Sistemas fotovoltaicos isolados

✓ Autônomos On Grid

Os sistemas fotovoltaicos isolados são formados pelo conjunto de módulos fotovoltaicos, controlador de carga e inversor. Compostos pela união das células fotovoltaicas, os módulos fotovoltaicos são os responsáveis por captar a luz solar e convertê-la em eletricidade através do efeito fotovoltaico. O controlador de carga faz a interligação entre os módulos e o inversor. A principal função desse dispositivo é fornecer um controle ativo sobre a energia que está sendo gerada de maneira a entregá-la com qualidade ao inversor, uma vez que, na grande maioria, esses controladores promovem o melhor aproveitamento possível da energia através do máximo ponto de potência ou do termo em inglês, *maximum power point tracking* (MPPT). Por fim, o inversor fica responsável por fazer a conversão da eletricidade gerada para os padrões de consumo conhecidos, sejam eles em corrente contínua ou alternada. Por não possuírem o armazenamento de energia através de baterias, esse tipo de sistema fotovoltaico tem uma aplicação mais restrita aos locais onde a conversão deve ser utilizada instantaneamente pela carga durante o período de geração. Além disso, por ser totalmente dependente da disponibilidade momentânea de luz solar, o fornecimento de energia elétrica é instável, não garantindo alimentação constante à carga. (Fonte: Monografia TCC Solares 2022).

Figura 1 - Sistema fotovoltaico autônomo sem armazenamento.

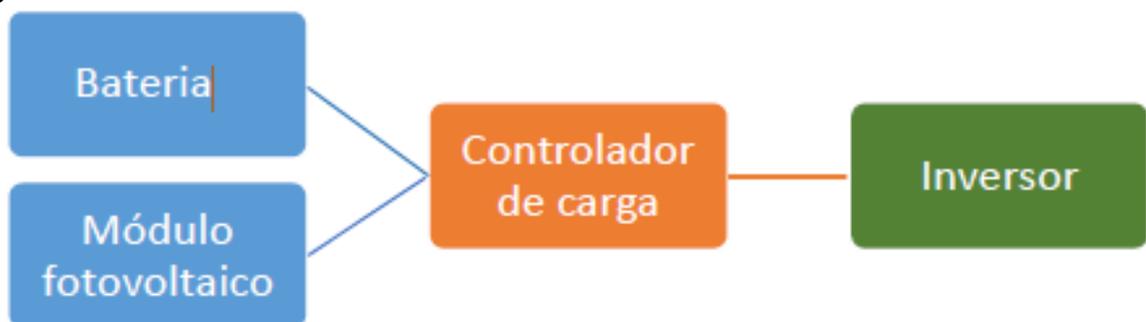


✓ Autônomos Off Grid

O sistema fotovoltaico autônomo com armazenamento, assim como o anterior, segue a mesma topologia estudada, composta por módulo fotovoltaico, controlador de carga e inversor. No entanto, a novidade surge através da conexão de baterias para realizar o acúmulo de energia.

O ponto principal da discussão sobre as diferenças entre os modelos estudados é que os sistemas com armazenamento podem ser mais amplamente utilizados, pois possuem a capacidade de fornecer energia elétrica de forma constante e ininterrupta enquanto perdurar a capacidade energética das baterias. Essas por estarem conectadas ao controlador de carga fornecem energia para o inversor com melhor qualidade e com menos oscilações, já que períodos de baixa geração podem ser corrigidos pela energia armazenada. Além disso, o sistema passa a ter maior confiabilidade, pois conta com duas fontes de energia, ora oriunda do módulo fotovoltaico e ora da bateria. (Fonte: Monografia TCC Solares 2022).

Figura 2 - Sistema fotovoltaico autônomo com armazenamento.



Fonte: Livro Digital - Introdução aos sistemas Fotovoltaicos – Bluesol

1.4.2 Sistemas fotovoltaicos On Grid

Como o nome já diz, os sistemas fotovoltaicos conectados à rede são aqueles onde existe, obrigatoriamente, a conexão do sistema gerador com a rede de distribuição de energia elétrica. Para esse tipo de topologia, além dos módulos fotovoltaicos, mantêm-se também os papéis do controlador de carga e micro inversor. Porém, esses últimos passam a ser representado através de um único

equipamento, o “inversor interativo”. Além de ser o responsável por amplificar o aproveitamento da energia oriunda dos módulos fotovoltaicos através do uso de MPPTs e convertê-la com maior rendimento pela maior quantidade de tecnologia embarcada, agora o inversor interativo também carrega as funções de vigilante dos parâmetros elétricos da rede de distribuição, para que a energia gerada e injetada tenha as mesmas características da fonte primária.

Os geradores fotovoltaicos conectados à rede fazem parte de um complexo e interligado sistema de fornecimento de energia elétrica com inúmeros agentes, consumidores e outros vários geradores solares, eólicos, hidrelétricos, térmicos, entre outros. Por esse motivo, precisam respeitar inúmeras regras de conformidade técnica e de proteção, para que estejam aptos e autorizados a operarem em paralelismo com a rede de distribuição. Os parâmetros mais comuns a serem respeitados por esse tipo de sistema gerador são os valores de tensão ou popularmente conhecidos como “voltagem da rede” e frequência. Não é à toa que os inversores interativos são denominados os “cérebros” dos sistemas fotovoltaicos. (Fonte: Monografia TCC Solares 2022).

✓ **Conectados sem armazenamento**

Os sistemas sem armazenamento são o tipo mais comum de geradores fotovoltaicos conectados à rede. Representados pela sigla SFCR (sistema fotovoltaico conectado à rede), têm sua aplicação garantida pela Resolução Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015 da ANEEL, onde são expressas as regras e termos que garantem o direito de qualquer consumidor, que seja abastecido pela rede de distribuição de energia, gerar a própria energia através de um sistema fotovoltaico.

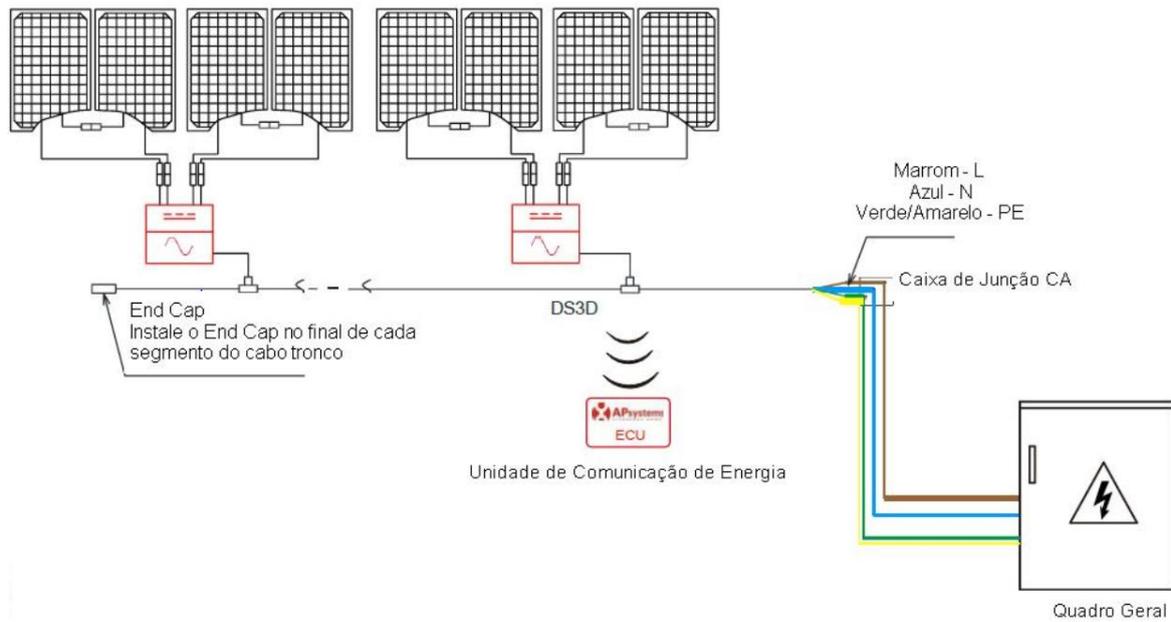
Naturalmente, por esse tipo de gerador operar em paralelismo constante com a rede de distribuição e depender exclusivamente dela para obter os parâmetros técnicos de referência para a injeção de energia, o SFCR não tem a capacidade de permanecer em funcionamento na falta de energia elétrica oriunda da rede de distribuição pública, não servindo, portanto, como fonte primária ou emergencial de energia.

Outro fato relevante é que o sistema conectado não pode fornecer energia para a rede elétrica em conjunto de um banco de baterias. Dessa forma, para estar

conectado, o SFCR não pode conter um sistema de armazenamento de energia.
(Fonte: Monografia TCC Solares 2022)

-Diagrama de ligação Microinversor;

Figura 3 - Sistema fotovoltaico (sem armazenamento) conectado à rede.



Fonte: Manual do usuario do microinversor Apsystems Ds3D

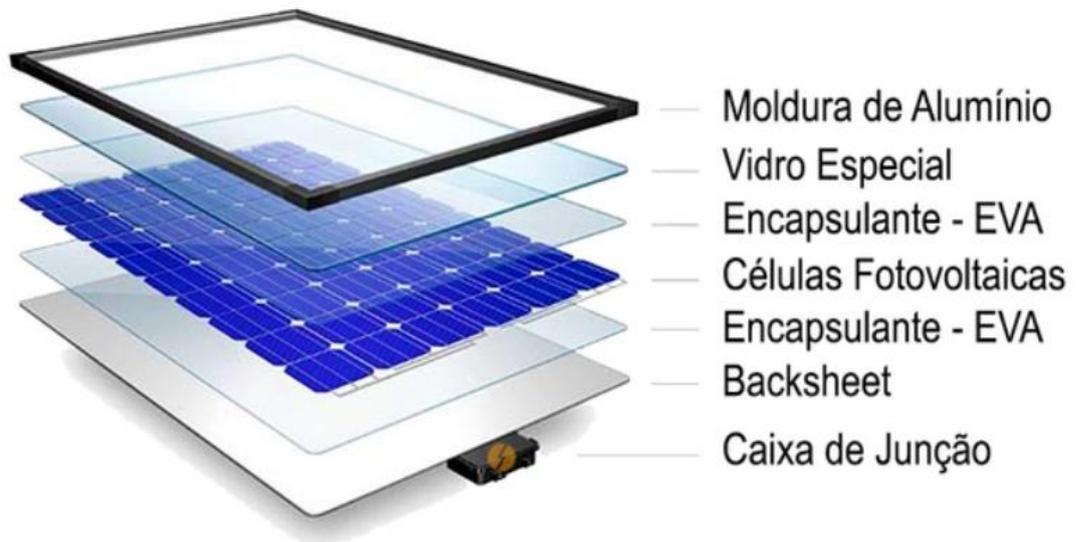
1.4.3 Componentes do Sistema Fotovoltaico

1.4.4 Painéis solares

O principal elemento para a geração da energia solar é o painel fotovoltaico. É a partir dele que a luz do sol incide sob as células fotovoltaicas, fazendo com que os elétrons se movimentem e produzam a corrente elétrica, são compostos por moldura de alumínio, vidro especial, película encapsulante (EVA), células fotovoltaicas, backsheet (fundo protetor e caixa de junção, montados conforme figura abaixo:

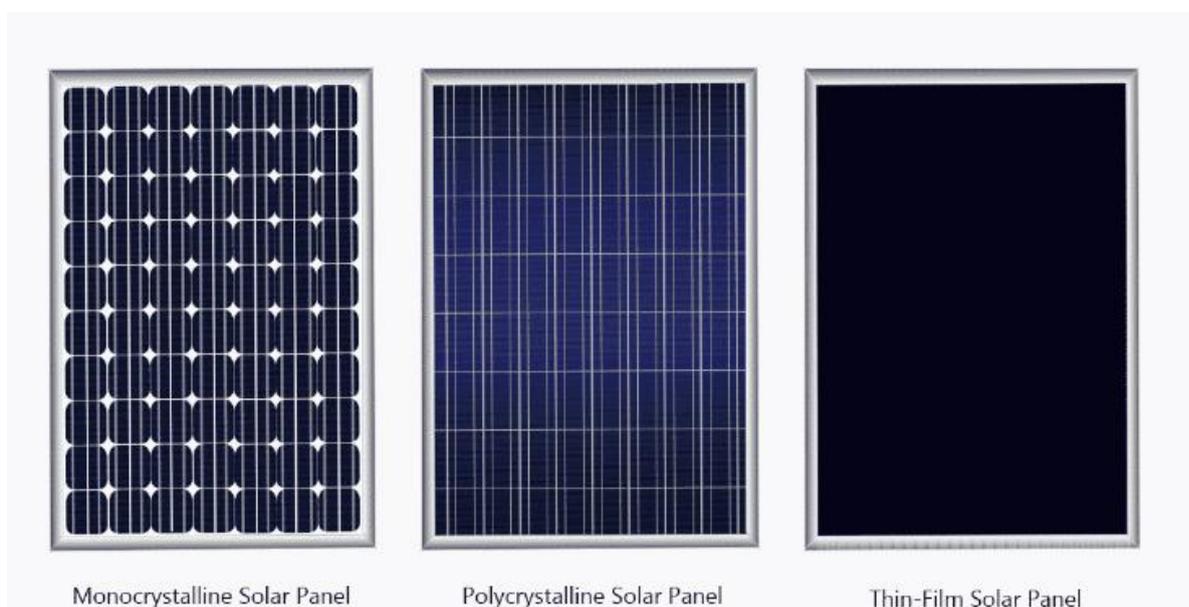
(Fonte: Monografia TCC Solares 2022).

Figura 4 – Composição do Painel Fotovoltaico



Fonte: <https://www.portalsolar.com.br/passos-a-passos-da-fabricacao-do-painel-solar.html>

Existem 3 (três) tipos de módulos solares o monocristalino, policristalino e filme fino; Figura 5 – Tipos de Módulos

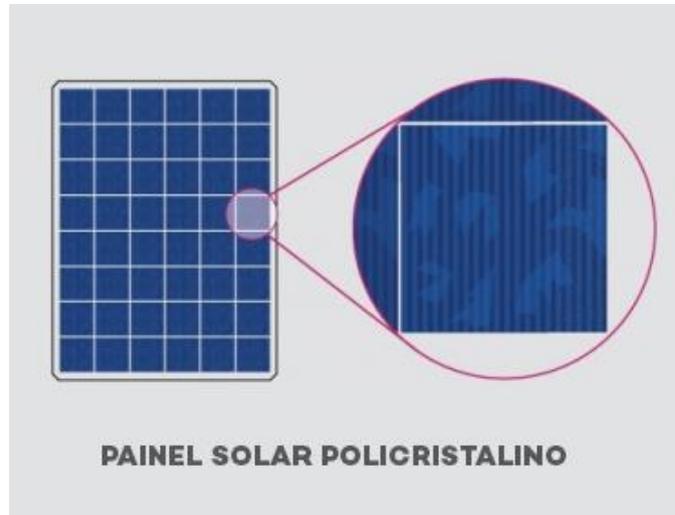


Fonte: <https://solarmagazine.com/pt-br/paineis-solares/>

✓ Policristalino

Os primeiros painéis solares à base de silício Policristalino, que também são conhecidos como Polissilício (p-Si) e silício Multi-cristalino (mcSi), foram introduzidos no mercado em 1981. Ambos, mono e policristalino são feitos de silício, a principal diferença entre as tecnologias é o método utilizado na fundição dos cristais. No Policristalino, os cristais de silício são fundidos em um bloco, desta forma preservando a formação de múltiplos cristais (daí o nome policristalino). Quando este bloco é cortado e fatiado, é possível observar esta formação múltipla de cristais. Uma vez fundido, eles são serrados em blocos quadrados e, em seguida, fatiados em células assim como no monocristalino, mas é um pouco mais fácil de produzir. (Fonte: Monografia TCC Solares 2022).

Figura 6 - Painel Fotovoltaico policristalino



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/placa-solar-fotovoltaica/tiposdepaineis>

Características Visuais:

Blocos de células quadrados.
Cor: Tons de azul a azul escuro. Formação múltipla de cristais.

Vantagens:

Mais simples de produzir.
Mais baratos que os módulos monocristalinos. Vida útil maior que 30 anos. Custo por Watt mais atrativo.

Desvantagens:

A eficiência é tipicamente entre 14 e 18%. Menor pureza do Silício.
Normalmente é necessária uma área maior de módulos para gerar a mesma quantidade de Watts/m² que o painel monocristalino.

(Fonte: Monografia TCC Solares 2022).

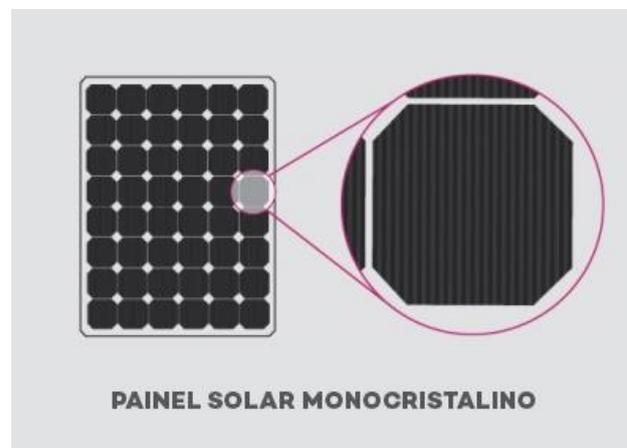
- **Monocristalino**

A tecnologia Monocristalina possui a eficiência mais alta. Os painéis solares de silício Monocristalino (Mono-Si) são facilmente reconhecíveis olhando de perto. Possuem uma cor uniforme, indicando silício de alta pureza e cantos tipicamente arredondados.

Eles são feitos a partir de um único cristal de silício ultra puro, este é fatiado como um "salame" fazendo assim, lâminas de silício individuais, que são então tratadas e transformadas em células fotovoltaicas. Cada célula fotovoltaica circular tem seus "4 lados" cortados fora para otimizar o espaço disponível no painel solar Monocristalino e aproveitar melhor a área do painel. O painel solar é composto por uma matriz de células fotovoltaica sem formações de série e paralelo.

(Fonte: Monografia TCC Solares 2022).

Figura 7 - Painel Fotovoltaico monocristalino.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/placa-solar-fotovoltaica/tipos>

Características Visuais:

Blocos de células com cantos tipicamente arredondados. Cor uniforme preta.

Silício de alta pureza.

Vantagens:

Possuem a eficiência mais alta, entre 15% a 22%.

Ocupam menos espaço, uma vez que possuem uma eficiência maior, onde é necessário menos espaço para gerar a mesma quantidade de energia elétrica.

Vida útil maior que 30 anos.

Tende a ser melhor que o policristalino em condições de pouca luz.

Desvantagens:

Módulos monocristalinos são mais caros.

Maior desperdício de Silício no processo de fabricação. Custo por Watt menos atrativo

(Fonte: Monografia TCC Solares 2022).

- **Filme Fino**

Características Visuais:

Painéis solares de filme fino são fabricados a partir de um substrato (material usado como base), que pode ser de vidro, plástico ou metal.

Cor uniforme preta.

múltiplas camadas Tipo-P e N.

Vantagens:

Melhor desempenho em condições de pouca luz.

Precisam de menos energia elétrica para serem fabricados.

Eles podem ser flexíveis quando fabricados em substratos desse tipo, embora possuam eficiência mais baixa ainda, como no exemplo das “lonas fotovoltaicas” para coberturas.

Desvantagens:

O painel fotovoltaico de filme fino tem, tipicamente, a metade da eficiência de um painel solar monocristalino ou policristalino.

Os painéis de filme fino não duram mais do que 10-15 anos.

É preciso um número maior de painéis de filme fino em comparação aos de silício cristalino para alcançar a mesma potência do sistema, isto é, para gerar a mesma quantidade de energia.

Figura 8 - Painel Fotovoltaico Filme Fino



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/placa-solar-fotovoltaica/tipos>

1.4.5 Inversores

Basicamente, a função do inversor é transformar a corrente elétrica de contínua(CC) para alternada (CA), além de garantir o fluxo regular da eletricidade e segurança. Nos sistemas conectados à rede (on-grid), o inversor também é responsável pela sincronia com a rede da concessionária. Como a maioria dos aparelhos eletrônicos utilizam energia na forma alternada, o papel do inversor é essencial. Existem dois tipos de inversores, o inversor string ou comum (tradicional) e o micro inversor conforme imagens abaixo:

Figura 9 - Micro Inversor



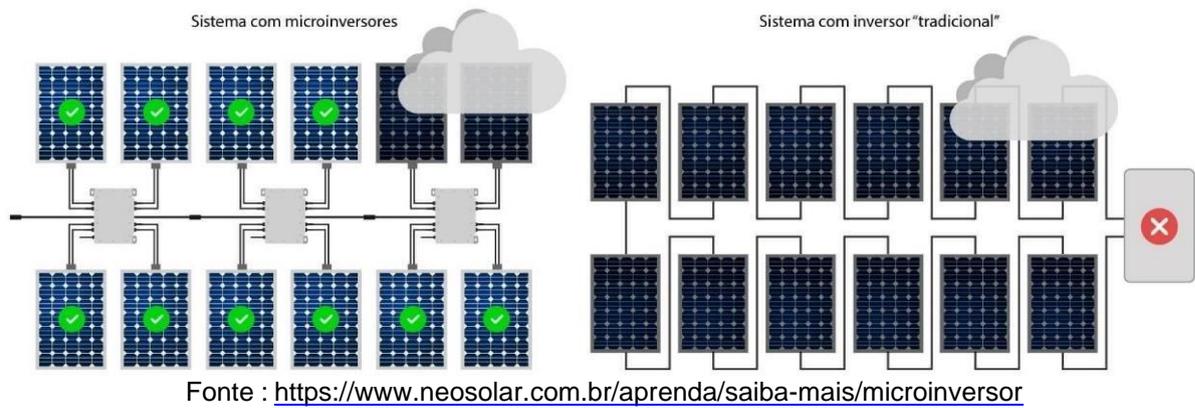
Fonte: <https://microinversor.com.br/produto/kit-solar-218-kwp-apsystems-ds3d-l-04-x-longi-545w-gera-260-kwh-mes/?v=19d3326f3137>

A diferença que mais chama atenção ao compararmos um inversor solar de string e um micro inversor (ou micro inversor) é o tamanho: **o inversor string é maior** e suporta potências mais altas em apenas um equipamento. Os inversores string são maiores porque, normalmente, possuem potências superiores às dos micros inversores, já que sua aplicação mais comum visa atender uma “string” (ou “série”) de painéis, composta por diversas placas solares fotovoltaicas.

Já o micro inversor, como o próprio nome indica, é menor e tem potências inferiores que a maioria dos inversores string. O tamanho é reduzido pois a proposta também é atender a menos painéis solares e otimizar cada um deles individualmente. Geralmente os micros inversores são feitos para suportar até 4 painéis, sendo que cada um deles é ligado diretamente no micro inversor sem estarem conectados entre si.

Ao contrário do micro inversor, que otimiza as placas solares fotovoltaicas “individualmente”, o inversor string sempre tratará várias placas como um conjunto (e, assim, uma diferença de qualquer uma delas acabará por prejudicar todas). Por conta disso, se existir sombreamento em um ou mais painéis, o sistema fotovoltaico como um todo é comprometido em maior proporção quando trabalhamos com inversores string. Já com o micro inversor, cada placa solar será otimizada de forma separada por seu MPPT independente. Assim, uma perda localizada (como o sombreamento de um módulo) não prejudicará todo o sistema de energia solar, na imagem abaixo pode-se verificar essa diferença.

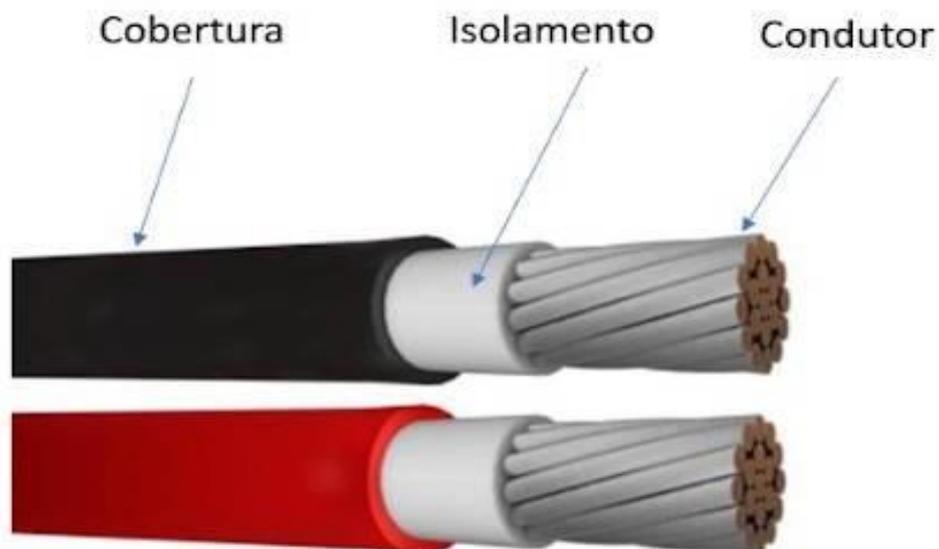
Figura 10 - Painel Fotovoltaico Filme Fino x (tradicional).



1.4.6 Material Elétrico

Para garantir a segurança dos equipamentos, o sistema solar fotovoltaico possui elementos que ajudam a proteger e conservar os componentes. Esses materiais são os disjuntores, conectores e cabeamento elétrico.

Figura 11 - Cabos Sistema Fotovoltaico



Fonte: Apostila Solar+

Figura 12 - Conectores MC4



Fonte: Apostila Solar+

1.4.7 Estrutura

Para apoio e sustentação dos módulos fotovoltaicos, é utilizado a estrutura de suporte. Assim, na instalação leva-se em consideração o local, material dos módulos e a inclinação necessária para captar mais radiação solar. As estruturas são feitas na maioria das vezes de aço inoxidável ou alumínio, materiais extremamente resistentes ao tempo, mantendo o padrão e qualidade na vida útil dos equipamentos.

Figura 13 - Trilhos



Fonte: Solar+

Figura 14 – Junções de trilho ou emenda de trilho



Fonte: Solar+

Figura 15 – Grampos final



Fonte: Apostila Solar+

Figura 16 – Grampos Intermediário



Fonte Apostila Solar+

Figura 17 – Chapas e Grampos de Aterramento

CHAPA DE ATERRAMENTO



GRAMPO DE ATERRAMENTO



Fonte: Apostila Solar+

Figura 18 – Ganchos de fixação.



Fonte: Apostila Solar+

Figura 19 – Ganchos de fixação em L.



Fonte: Apostila Solar+

Figura 20 – Suporte em mini trilho



Fonte: Fonte: Apostila Solar+

Figura 21 – Suportes de Laje



Fonte: Apostila Curso Instituto Mão Na Massa

Figura 22 – Suportes de Solo.



Fonte: Apostila Solar+

1.4.8 Medidor Bidirecional

Esse é um componente muito importante no seu sistema fotovoltaico. Isso porque é o relógio bidirecional o responsável por medir a quantidade de energia consumida e, nas situações em que a sua produção de energia supera o seu consumo, também é o responsável por registrar a quantidade exportada pelo sistema, que é injetada na rede elétrica, gerando, então, os seus créditos energéticos.

Figura 23 – Medidor bidirecional



Fonte: <https://salfatis.com.br/produtos/medidor-de-energia-bifasico-bidirecional-nansen-vector-4-120a>

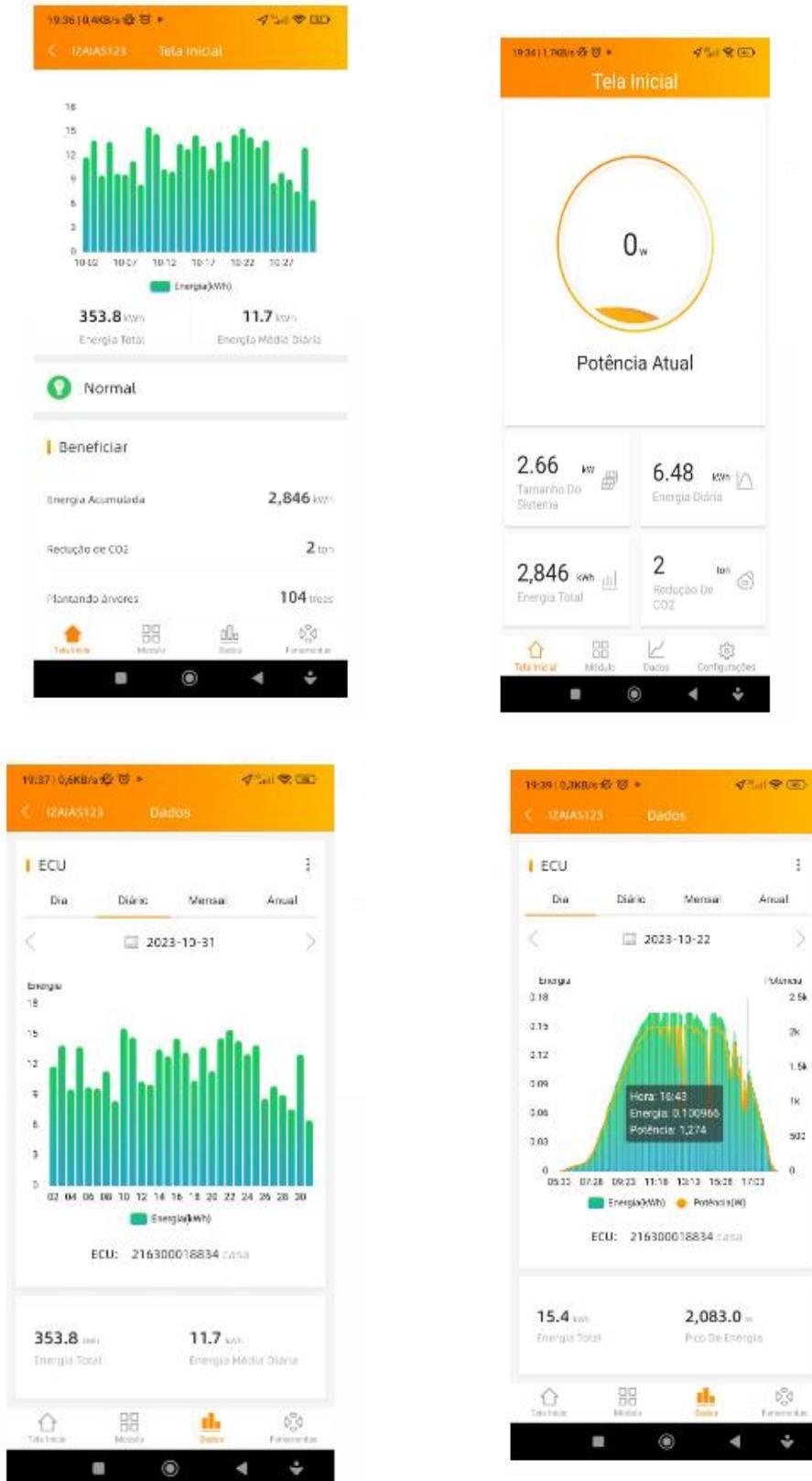
1.4.9 Monitoramento de energia solar

Os sistemas de monitoramento de energia destinados às instalações fotovoltaicas são capazes de enviar informações relacionadas à produção de energia para uma plataforma online, a qual é administrada por um software que monitora o desempenho do sistema fotovoltaico. O microinversor de frequência, que realiza a conversão da corrente contínua gerada no painel fotovoltaico, para corrente alternada, também possui o papel de fazer todo o monitoramento da energia produzida. No entanto, você não precisa fazer esse acompanhamento diretamente no equipamento, já que, existe a forma de monitoramento com sistema online. Assim, você consegue ter acesso ao sistema de monitoramento em qualquer lugar, seja por meio do seu navegador de internet ou por aplicativos. Com essa ferramenta, é possível acompanhar o desempenho do sistema solar fotovoltaico desde o início de suas operações até seu encerramento. Isso porque o sistema fornece históricos de dados em tempo real.

A partir dos registros de geração, você pode conferir os históricos do seu sistema ao longo do tempo. Desta forma, sendo possível acompanhar históricos de geração diário, mensal e anual. Outra informação que o monitoramento solar oferece é a economia financeira proporcionada. Considerando a tarifa de energia da sua distribuidora, o inversor pode fornecer o quanto de capital o sistema economizou com o uso da tecnologia, seja em períodos diários, mensais e anuais ou desde o momento que o sistema entrou em atividade.

Sustentabilidade, essa é a palavra que define um dos maiores benefícios trazidos pela energia solar, que é uma fonte limpa e renovável. Com o sistema de monitoramento, você também é capaz de analisar dados relacionados a essas características, como número de árvores preservadas e a quantidade de CO₂ que deixou de ser emitida.

Figura 24: Captura de tela e monitoramento do Sistema



Fonte: Próprio Autor

1.5 Segurança do trabalho nas Instalações Elétricas:

Principais Normas para o sistema fotovoltaico:

NORMA REGULAMENTADORA 10 – NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE – Esta Norma Regulamentadora – NR estabelece os requisitos e condições mínimas de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que estão fazendo a instalação da parte elétrica do seu sistema fotovoltaico incluindo o inversor solar.

NORMA REGULAMENTADORA Nº 35 – NR 35 – TRABALHO EM ALTURA – Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores durante a instalação de painéis solares em lugares altos acima de 2 metros.

A Norma ABNT NBR 16690 estabelece os requisitos de projetos das instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos, incluindo disposições sobre os condutores, dispositivos de proteção elétrica, dispositivos de manobra, aterramento e equipotencialização do arranjo fotovoltaico

NR-06 (Equipamento de Proteção Individual), garante que o empregador forneça, gratuitamente, todos os equipamentos necessários para garantir a saúde e integridade do trabalhador. Todos os EPIs fornecidos devem possuir a indicação do certificado de Aprovação (CA), expedido por órgãos do Ministério do Trabalho e Emprego.

Antes de tudo, é importante que o Instalador esteja devidamente protegido, de acordo com as normas regulamentadoras e com isso antes de iniciar qualquer atividade, devam estar atentas as condições que o ambiente de trabalho o oferece, Havendo qualquer irregularidade o trabalhador não é obrigado a exercer a atividade que possa lhe causar riscos.

Vestimenta para garantir maior proteção;

Capacete tipo 2;

Bota;

Óculos;

Luvras mecânicas e isolantes, cinto de segurança (tipo paraquedista) e talabarte em formato Y, para instalações em locais altos.

Figura 25- Imagens de EPI's



Fonte: Super EPI'S 2016

Principais riscos de Acidentes nas Instalações Fotovoltaicas:

Nos serviços e instalações elétricas, os trabalhadores estão expostos a inúmeros riscos, mesmo em baixas tensões, tendo como consequências diversos tipos de lesões, dependendo de qual maneira o mesmo é causado. Algumas dos riscos envolvidos neste tipo de trabalho são:

- Risco de origem elétrica: choques elétricos e ação de campos eletromagnéticos
- Risco de queda: consequência de choques e utilização inadequada ou péssimos equipamentos de segurança em altura;
- Risco no transporte e com equipamentos: acidentes a caminho do local de trabalho e com equipamentos de elevação de pessoas e/ou cargas;
- Risco de ataque de insetos: abelhas, formigas, vespas e outros;
- Risco de ataque de animais peçonhentos: cobras, aranhas, escorpiões e outros;
- Risco ocupacional: ruído, irradiação solar, calor;
- Risco ergonômico: postura inadequada, pressão psicológica e carga excessiva de trabalho.

Utilização dos sistemas de proteção contra quedas:

Em sistemas fotovoltaicos há algumas formas de instalação e atividades que necessitam de equipamentos específicos para a correta execução do serviço, são eles:

- Subida e descida, verticalmente, com linha de vida rígida: este sistema é composto por cabo de aço ou trilho, trava queda, cinturão paraquedista e ponto de ancoragem.

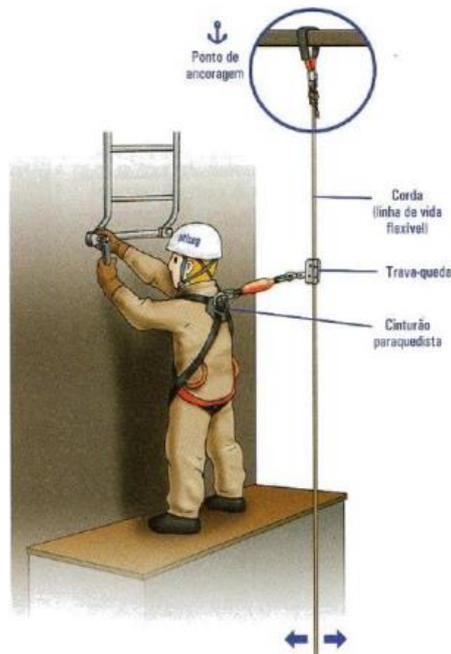
Figura 26 – Subida e descida



Fonte: Altiseq, 2012

- A linha de vida flexível, mostra o sistema de proteção contra queda composta por corda, trava queda, cinturão paraquedista e ponto de ancoragem. Esta configuração permite o deslocamento vertical e também horizontal.

Figura 27 – Subida e descida



Fonte: Altiseq, 2012

- Em caso de utilização de linha de vida flexível em telhados, é recomendado utilizar o cinto talabarte tipo “Y” com ABS e a linha de vida na horizontal, podendo o trabalhador movimentar-se com segurança.

Figura 28 – Movimentação horizontal



Fonte: Altiseg, 2012

Uso de equipamentos de proteção coletiva (epc) em sistemas fotovoltaicos.

Na execução das instalações fotovoltaicas, os equipamentos de proteção coletiva garantem maior segurança ao trabalhador e aos terceiros, sinalizando e impedindo passagens e aproximações perigosas.

Figura 29 – Cone de sinalização



Fonte: CPNSP, 2005

O cone de sinalização tem a função de orientar o trânsito de veículos e pedestres sinalizar e delimitar o local temporário da obra.

Figura 30 – Fita de sinalização



Fonte: CPNSP, 2005

2 Objetivo

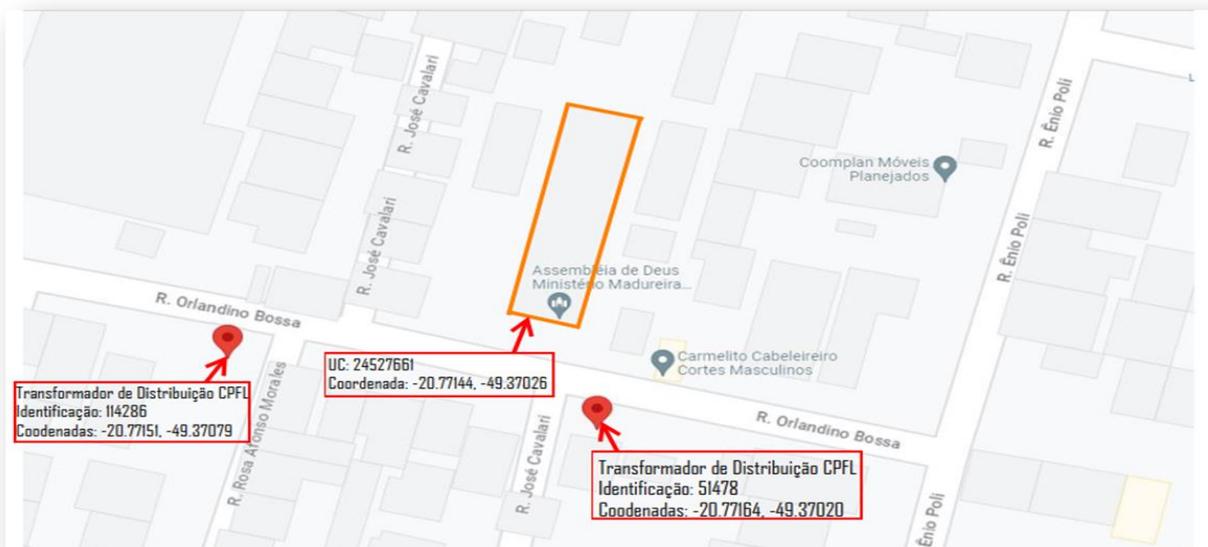
O objetivo deste trabalho é detalhar a instalação de um SFCR (sistema fotovoltaico conectado à rede) em uma instituição evangélica em São José do Rio Preto, demonstrando os equipamentos e estruturas utilizadas, custo de instalação, viabilidade econômica e retorno de investimento.

2.1 Localização do Imóvel

Endereço: Rua Orlandino Bossa nº387 Bairro Estância São João, São José do Rio Preto – SP

Detalhe da Localização, com identificação dos transformadores próximos, a correta localização da companhia elétrica.

Figura 31: Localização do Imóvel



Fonte: Próprio Autor

Figura 32: Imagem do Telhado



Fonte: Próprio Autor

2.2... Calculo Fotovoltaico Efetuado.

Calculo Fotovoltaico Efetuado para o cálculo do dimensionamento do sistema a primeira coisa que se deve ter em mãos é a conta de energia atual do local onde o sistema será instalado, onde iremos pegar a média de consumo dos últimos 12 meses, para isso utilizando a informação que vem na conta (histórico do consumo). Nota-se que na conta consta o histórico dos últimos 12 meses, sendo assim, para fazermos a média excluimos o menor mês de consumo. Também não podemos esquecer de acrescentar a média de consumo anual de algum equipamento que pretendemos instalar futuramente, por exemplo um ar condicionado novo.

Figura 33: Histórico de Consumo Utilizado para Calculo

HISTÓRICO DE CONSUMO		kWh Dias	
2023	FEV	3117	29
	JAN	2916	28
2022	DEZ	3033	32
	NOV	3438	31
	OUT	2894	30
	SET	2886	32
	AGO	2833	30
	JUL	2195	29
	JUN	1999	32
	MAI	2659	29
	ABR	3343	33
	MAR	3977	29
	FEV	3889	29

Fonte: Próprio Autor

Figura 34: Calculo da Média Mensal de Consumo

1	3117	FEV/2023
2	2916	JAN/2023
3	3033	DEZ/2022
4	3438	NOV/2022
5	2894	OUT/2022
6	2886	SET/2022
7	2833	AGO/2022
8	2195	JUL/2022
9	1999*	JUN/2022
10	2659	MAI/2022
11	3343	ABR/2022
12	3977	MAR/2022
13	3889	FEV/2022
*Elimina a de menor valor.	Média	3.098 kWh

Fonte: Próprio Autor.

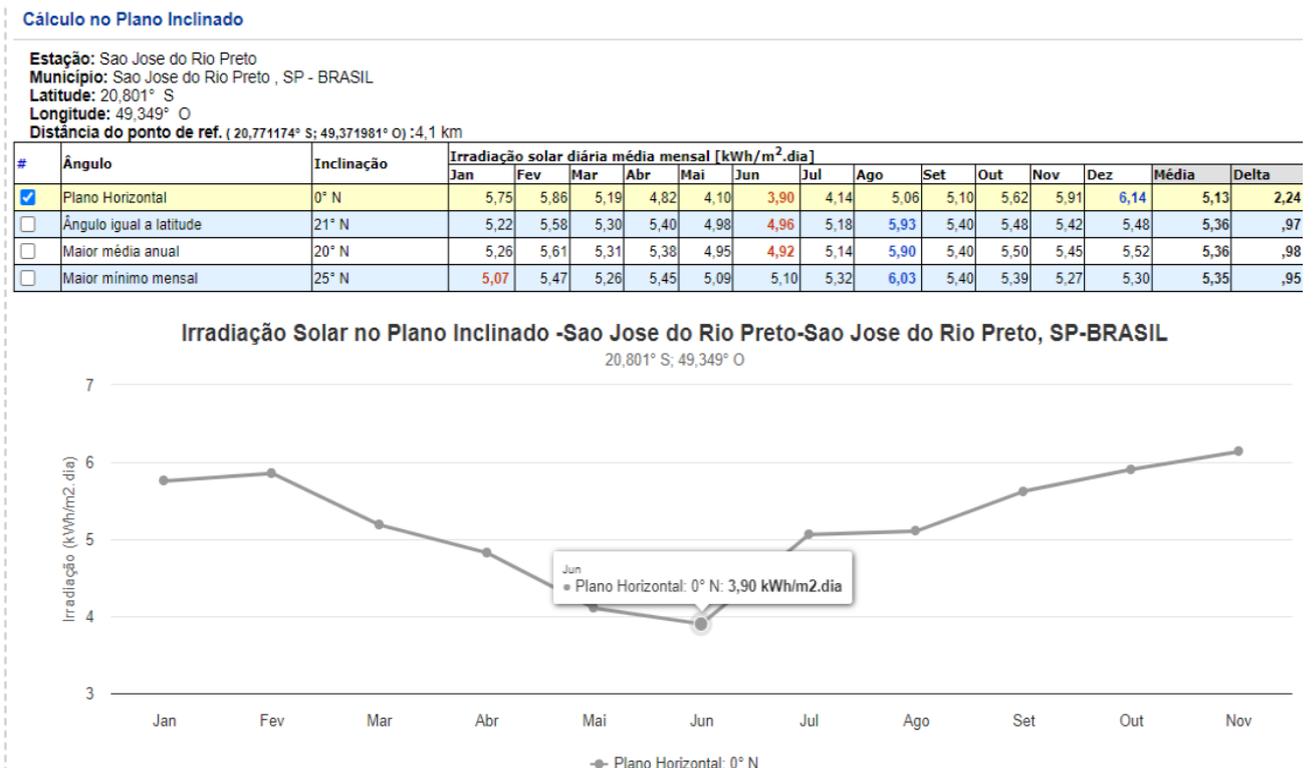
Após o cálculo da média utilizamos 3 (três) passos para fazermos o dimensionamento do sistema.

1º Passo: Margem de segurança. Além de acrescentar na média os equipamentos previstos para serem instalados no local, acrescentamos ainda uma margem de segurança de 30% no dimensionamento, assim teremos a média mensal que o sistema precisa produzir para suprir as necessidades de consumo.

2º Passo: Produção diária. Pega-se a média majorada de 30% e divide-se por 30, chegando assim ao valor de produção diária que o sistema precisa gerar.

3º Passo: Produção por hora. Para conseguir calcular a produção por hora, temos que pegar o valor de produção diária e dividir por HSP (média de hora de sol pleno), na cidade onde será instalada o sistema. Para isso pesquisamos a Latitude e Longitude da localidade da instalação (google) e utilizamos o site

Figura 35: Consulta HSP



Abaixo segue planilha com os cálculos passo a passo para melhor entendimento do cálculo para o dimensionamento do sistema, ou seja, quantidade de placas a serem utilizadas.

Planilha 1 – Cálculo passo a passo dimensionamento.

1º Passo: Margem de segurança 30%

KWh 3916 Média + Margem de segurança

2º passo: Produção diária = Média Majorada dividido por 30 dias

130,56KWh Média Diária

3º passo: Produção por hora = Média diária dividido por HPS (Hora de Sol pleno)

Cidade: São José do Rio Preto-SP

Latitude -20.7711735

Longitude -49.3719811

Cálculo no Plano Inclinado

HPS= 5,13

Média por hora: 25,45 kwp

Multiplica por 1000 = 25,450 wp

Módulo 665 W

Total Módulos calculado: 48 Módulos

Fonte: Próprio autor

Para atender a demanda acima considerando as condições climáticas e geográficas do local foi dimensionado o kit de 31,92 kWp para geração estimada de 4000 kWh/mês.

O sistema foi dimensionado para a cidade de São José do Rio Preto/ SP.

- Latitude - 20.7711735
- Longitude -49.3719811
- HSP (média): 5,13

- Ângulo recomendado de Instalação (Norte): 20°
- Perdas máximas do Sistema: 10%
- Tipo de Telhado: Tellado Metalico.

Com base nos itens acima mencionados, o sistema deve fornecer em média uma produção de acordo com a estimada anual no gráfico abaixo:

Gráfico 2 – Estimativa de Produção.



Fonte: Próprio autor (orçamento real)

2.3 Análise do Payback

- Investimento total (R\$): R\$ 91.630,00
- Consumo atual (KWh/mês): 3.098
- Estimativa de Produção (KWh/mês): 4.000
- Valor Inflação/Ano(%): 30%

Planilha 2: Cálculo do possível retorno do investimento.

Ano	Fluxo Caixa	Caixa descontado	Saldo
0	-	-	R\$ -91.630,00
1	R\$ 34.771,99	R\$ 33.434,60	R\$ -58.195,40
2	R\$ 35.962,94	R\$ 33.249,76	R\$ -24.945,64
3	R\$ 36.821,45	R\$ 32.734,14	R\$ 7.788,50
4	R\$ 37.675,91	R\$ 32.205,52	R\$ 39.994,03
5	R\$ 38.523,75	R\$ 31.663,72	R\$ 71.657,74
6	R\$ 39.362,20	R\$ 31.108,51	R\$ 102.766,26
7	R\$ 40.568,88	R\$ 30.829,02	R\$ 133.595,27
8	R\$ 42.597,33	R\$ 31.125,45	R\$ 164.720,72
9	R\$ 44.727,19	R\$ 31.424,73	R\$ 196.145,46
10	R\$ 46.963,55	R\$ 31.726,89	R\$ 227.872,35
11	R\$ 49.311,73	R\$ 32.031,96	R\$ 259.904,31
12	R\$ 51.777,32	R\$ 32.339,96	R\$ 292.244,27
13	R\$ 54.366,18	R\$ 32.650,92	R\$ 324.895,19
14	R\$ 57.084,49	R\$ 32.964,87	R\$ 357.860,06
15	R\$ 59.938,72	R\$ 33.281,84	R\$ 391.141,91
16	R\$ 62.935,65	R\$ 33.601,86	R\$ 424.743,77
17	R\$ 66.082,44	R\$ 33.924,95	R\$ 458.668,72
18	R\$ 69.386,56	R\$ 34.251,16	R\$ 492.919,88
19	R\$ 72.855,89	R\$ 34.580,49	R\$ 527.500,37
20	R\$ 76.498,68	R\$ 34.913,00	R\$ 562.413,37
21	R\$ 80.323,61	R\$ 35.248,70	R\$ 597.662,07
22	R\$ 84.339,79	R\$ 35.587,63	R\$ 633.249,70
23	R\$ 88.556,78	R\$ 35.929,82	R\$ 669.179,52
24	R\$ 92.984,62	R\$ 36.275,30	R\$ 705.454,82
25	R\$ 97.633,85	R\$ 36.624,10	R\$ 742.078,92

Fonte: Próprio Autor

2.4... Dimensionamento para Instalação dos painéis

- Área ocupada pelo gerador –130,00 m²
- Peso sobre o telhado 12,55 Kg/m² (com estrutura)

2.5 Garantia do Equipamento

- Micro Inversores: 25 anos de problemas de fabricação.
- Painel Solar: A garantia é de 12 anos contra defeitos de fabricação e 25 anos de até 80% da eficiência.
- Instalação: 1 anos após comissionamento e instalação.

2.5.1 Componentes utilizados na instalação

- 12 Micro Inversores APSYSTEMS DS3D 2000W 2 MPPT;
- 48 Painel Solar Canadian 665W Monocristalino;
- 1 Comunicador WI-FI ECU-R para Monitoramento;
- 24 Perfil de fixação natural 2.80 metros;
- 72 Parafuso Solar 250 mm c/ suporte reto p/ telha M10x250mm;
- 24 peças de grampo final 35 mm;
- 86 peças de grampo intermediário;
- 14 peças de junção para perfil;
- 12 suportes para fixação de micro inversor;
- 100 (metros) Cabo flexível 06 mm 750v;
- 4 Caixas De Passagem 102x102x55;
- 2 Pacotes de Abraçadeira em poliamida flexível com nylon 3,6 x 30 cm;
- 16 Unidades de cabo solar 6 mm com MC4 para extensão macho e fêmea;
- 4 Disjuntor de 32A.

- 3 DPS 275kA

2.5.2 ART (Anotação de Responsabilidade Técnica)

Figura 36: ART do projeto.

 Anotação de Responsabilidade Técnica - ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo		CREA-SP		ART de Obra ou Serviço 28027230231812103	
1. Responsável Técnico					
YAGO RAMALHO ALVES PEREIRA				RNP: 2620575133	
Título Profissional: Engenheiro Eletricista				Registro: 5070975290-SP	
Empresa Contratada:				Registro:	
2. Dados do Contrato					
Contratante: IGREJA EVANGELICA ASSEMBLEIA DE DEUS - MINISTERIO DE MADUREIRA EM SAO JOSE DO RIO PRETO - SP				CPF/CNPJ: 49.685.399/0001-80	
Endereço: Rua ORLANDINO BOSSA				Nº: 387	
Complemento: Quadra 9 CH11				Bairro: ESTÂNCIA SÃO JOÃO	
Cidade: São José do Rio Preto				UF: SP CEP: 15051-465	
Contrato:		Celebrado em: 01/11/2023		Vinculada à Art nº:	
Valor: R\$ 300,00		Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado			
Ação Institucional:					
3. Dados da Obra Serviço					
Endereço: Rua ORLANDINO BOSSA				Nº: 387	
Complemento: Quadra 9 CH11				Bairro: ESTÂNCIA SÃO JOÃO	
Cidade: São José do Rio Preto				UF: SP CEP: 15051-465	
Data de Início: 30/11/2023					
Previsão de Término: 30/11/2024					
Coordenadas Geográficas:					
Finalidade: Religioso				Código:	
Proprietário: IGREJA EVANGELICA ASSEMBLEIA DE DEUS - MINISTERIO DE MADUREIRA EM SAO JOSE DO RIO PRETO - SP				CPF/CNPJ: 49.685.399/0001-80	
4. Atividade Técnica					
			Quantidade	Unidade	
1	Elaboração	Projeto de microgeração distribuída	1,00000	unidade	
2	Execução	Execução de instalação de microgeração distribuída	1,00000	unidade	
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART					
5. Observações					
Trata-se de um projeto UFV de microgeração para a Igreja					
6. Declarações					
Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.					

Fonte: Próprio Autor

Figura 37: Imagem detalhada do projeto



Fonte: Próprio Autor

3. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve o objetivo de fazer o estudo e implementação de um sistema fotovoltaico conectado à rede em uma Instituição Religiosa na cidade de São José do Rio Preto estado de São Paulo. Na qual podemos fazer todo o levantamento necessário e a verificação da viabilidade ou não desta tecnologia, tendo em vista que é uma forma de se obter energia elétrica de forma limpa e sustentável para reduzindo o impacto a natureza. Sem dúvida nenhuma hoje podemos afirmar que é a alternativa mais viável entre todas, pois diferentemente do que acontece com os outros tipos de geradores, que realizam o trabalho através de queima de material orgânico, combustíveis fósseis e carvão e que geram subprodutos como resíduos, calor, ruído e fumaça, a geração de energia é feita de forma limpa, sem ruídos, sem resíduos, etc. Sem contar que o sol é uma energia inesgotável e que temos em abundância para aproveitar principalmente em nosso país.

A maior dificuldade que verificamos é a financeira, pois os valores de implementação são bem significativo, mesmo com pouco incentivo do estado, o retorno deste investimento é bem rápido e rentável, com média entre 2 anos e meio a 3 anos. Já se for necessário recorrer ao sistema financeiro para obter este recurso, lógico neste caso o retorno demora um pouco mais, mesmo assim consideramos bem rentável, tendo em vista que ao finalizar o pagamento, o sistema continuará gerando energia não sendo necessário se preocupar com aumentos e nem com as tarifas de bandeiras das concessionárias.

REFERÊNCIAS

Disponível em:

<https://blog.solarinove.com.br/a-historia-da-energia-solar-fotovoltaica>

FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral.

Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade

TécnicoEconômica. São Paulo, 2012. GEPEA – Grupo de Energia Escola
Politécnica

Universidade de São Paulo.

Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/56337/mod_resource/content/2/Apostila_solar.pdf

SMITHSONIAN. Buzz Aldrin Sets Up the PSEP. 2011.

Disponível em:

<https://airandspace.si.edu/multimedia-gallery/web12067-2011hjpg?id=3640>

Vantagens e desvantagens da Energia Solar – Por Rodolfo F. Alves Pena

Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/vantagens-desvantagens-energiasolar.htm>

Quais são os componentes de um sistema fotovoltaico? - Por Oca Solar

Energia

Disponível em:

<https://www.ocaenergia.com/blog/energia-solar/quais-sao-os-componentes-sistemafotovoltaico/>

Livro Digital - Introdução aos sistemas Fotovotaicos – por *Engº. Lucas S.*

Santana

Disponível em:

<https://bluesol.com.br/>

Como funciona as Usinas Solares - Publicado por Rafael Helerbrock

Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/como-funcionam-as-usinas-solares.htm>

Diferença entre Micro inversor e Inversor String – Por Neosolar Energia

Disponível em:

<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/microinversor/diferenca-microinversor-inversor->

string?gclid=EAlalQobChMIqppqR7P2FgIVDjGRCh1T0AZoEAAYASAAEgl_h_D_Bw

Efeito Fotoelétrico - Publicado por Rafael Helerbrock

Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-efeito-fotoeletrico.htm>

Fontes Alternativas de Energia - Publicado por Rafaela Sousa

Fonte: <http://www.cresesb.cepel.br> (potencial energético / potência sol

Norma Brasileira ABNT Nbr 5410

Instalações Elétricas De Baixa Tensão

Norma Brasileira Abnt Nbr 6028

Informação e documentação - Resumo - Apresentação

CRESESB-Centro de Referência para Energia Solar e Eólica

<http://www.cresesb.cepel.br>

Empresa Solar Cunha.

Responsável Técnico: Ademar Cunha