



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Curso Técnico Eletroeletrônica

Energia Solar: Sistema fotovoltaico (on-grid)

Photovoltaic system: on-grid

Pedro Henrique de Oliveira¹

Marcos Vinicius de Souza²

Resumo: O artigo aborda a importância da energia solar fotovoltaica on-grid como uma alternativa sustentável para a geração de energia elétrica. O trabalho apresenta o funcionamento dos sistemas conectados à rede elétrica, destacando que os painéis solares captam a radiação solar e a converte em energia elétrica por meio de células fotovoltaicas e inversores. O estudo enfatiza as principais vantagens do sistema on-grid, como a redução da conta de energia, a possibilidade de compensação de créditos energéticos e a contribuição para a preservação ambiental. Também são apontadas algumas desvantagens, como o alto custo inicial de instalação e a dependência da incidência solar. Além disso, é analisado os aspectos regulatórios relacionados à geração distribuída no Brasil, especialmente a regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que permite aos consumidores gerar sua própria energia e injetar o excedente na rede elétrica. Na metodologia, a pesquisa utiliza abordagem exploratória e quantitativa, baseada em dados obtidos por questionários, medições de geração de energia e revisão bibliográfica. Os resultados demonstram que os sistemas solares *on-grid* apresentam viabilidade econômica e ambiental, além de contribuírem para a redução das emissões de gases poluentes. Conclui-se que a energia solar fotovoltaica representa uma solução eficiente, sustentável e economicamente vantajosa para o futuro da matriz energética, mesmo havendo desafios técnicos e financeiros.

Palavras-chave: energia solar fotovoltaica, sistema on-grid, sustentabilidade energética, geração distribuída.

Abstract: The article addresses the importance of on-grid photovoltaic solar energy as a sustainable alternative for electricity generation. The work explains how grid-connected systems operate, highlighting that solar panels capture solar radiation and convert it into electrical energy through photovoltaic cells and inverters. The study emphasizes the main advantages of the on-grid system, such as reducing electricity bills, the possibility of energy credit compensation, and its contribution to environmental preservation. Some disadvantages are also pointed out, such as the high initial installation cost and dependence on solar radiation availability. In addition, the article analyzes regulatory aspects related to distributed generation in Brazil, especially the regulations of the Agência Nacional



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

de Energia Elétrica, which allow consumers to generate their own electricity and inject surplus energy into the electrical grid. Regarding methodology, the research uses an exploratory and quantitative approach, based on data obtained through questionnaires, interviews, energy generation measurements, and literature review. The results show that on-grid solar systems are economically and environmentally viable, in addition to contributing to the reduction of greenhouse gas emissions. Finally, the article concludes that photovoltaic solar energy represents an efficient, sustainable, and economically advantageous solution for the future of the energy matrix, despite the technical and financial challenges that still exist.

Keywords: solar photovoltaics, on-grid system, energy sustainability, distributed generation.

¹ Pedro Henrique de Oliveira do curso Técnico em Eletroeletrônica, Instituição na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Cidade. Ourinhos – SP, - Email: pedro.oliveira198@alunos.cps.sp.gov.br

² Marcos Vinicius de Souza do curso Técnico em Eletroeletrônica, Instituição na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Cidade. Ourinhos – SP -Email: marcos.souza35@alunos.cps.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia elétrica, aliada às preocupações ambientais e à necessidade de diversificação da matriz energética, tem impulsionado o desenvolvimento de fontes renováveis em todo o mundo. Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica destaca-se como uma das alternativas mais promissoras, especialmente por sua disponibilidade, baixo impacto ambiental e possibilidade de aplicação em diferentes escalas.

Entre as modalidades existentes, o sistema fotovoltaico on-grid, conectado à rede elétrica, tem ganhado destaque por permitir que a energia gerada seja consumida localmente e o excedente injetado na rede, gerando créditos energéticos ao consumidor. Esse modelo contribui não apenas para a redução dos custos com eletricidade, mas também para a descentralização da geração de energia e a redução das emissões de gases de efeito estufa.

No Brasil, a expansão desse tipo de sistema tem sido favorecida por regulamentações específicas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabelecem regras para a geração distribuída e incentivam a adoção de fontes renováveis. Diante disso, torna-se relevante compreender o funcionamento, as vantagens, as limitações e a viabilidade econômica e ambiental dos sistemas fotovoltaicos on-grid.



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

O objetivo geral é analisar a viabilidade de implantação de um sistema fotovoltaico residencial em Jacarezinho – PR. Os objetivos específicos incluem: realizar o levantamento do consumo médio de energia da unidade, avaliar a irradiação solar disponível no local, dimensionar o sistema fotovoltaico, definir os parâmetros elétricos de proteção e cabos, identificar os principais componentes utilizados e, por fim, analisar as condições estruturais da residência por meio de uma visita técnica.

Assim, este artigo tem como objetivo analisar a importância da energia solar fotovoltaica conectada à rede elétrica, destacando seus impactos no cenário energético atual e sua contribuição para a sustentabilidade e eficiência do setor elétrico.

2. DESENVOLVIMENTO

A energia solar fotovoltaica tem se destacado como uma das principais fontes de energia renovável devido ao seu baixo impacto ambiental e grande potencial de geração. Este sistema utiliza a radiação solar para gerar eletricidade por meio de células fotovoltaicas, que convertem a luz do sol diretamente em energia elétrica. Um dos modelos mais comuns é o sistema on-grid, que é integrado à rede elétrica.

2.1 Energia Solar Fotovoltaica On Grid

O sistema **on grid** (ou conectado à rede) é uma configuração onde os painéis solares fotovoltaicos estão conectados diretamente à rede elétrica pública, conforme pode ser observado na Figura 1. A principal vantagem deste sistema é que a energia gerada pode ser consumida diretamente no local e, caso haja excesso de produção, pode ser injetada na rede elétrica. Em períodos de baixa geração, como durante a noite ou em dias nublados, o sistema se beneficia da energia fornecida pela concessionária.

2.1.1 Funcionamento do Sistema On Grid

O funcionamento de um sistema fotovoltaico on grid pode ser dividido em algumas etapas principais:



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Captura da Luz Solar: A radiação solar é captada pelos painéis solares fotovoltaicos, que são compostos por células feitas de silício, material que tem a capacidade de gerar corrente elétrica quando exposto à luz.

Conversão para Corrente Contínua: A energia gerada pelos painéis é inicialmente em corrente contínua (CC). Esse tipo de energia, porém, não é adequado para ser utilizado diretamente nas residências, que operam com corrente alternada (CA).

Inversor Solar: A corrente contínua gerada pelos painéis é então convertida para corrente alternada através de um inversor solar. O inversor é um componente fundamental, pois ele permite que a eletricidade gerada seja compatível com a rede elétrica pública.

Distribuição de Energia: A energia gerada pelo sistema fotovoltaico é primeiramente consumida pelo local. Caso haja excesso, essa energia é injetada na rede elétrica. Por sua vez, a concessionária pode compensar o proprietário da instalação por essa energia fornecida, por meio de sistemas como o net metering, onde a energia gerada e injetada é registrada e descontada da conta de luz do consumidor.

2.1.2 Vantagens e Desvantagens do Sistema On Grid

Vantagens:

Autossuficiência Energética: O sistema permite que o usuário produza parte de sua própria energia, reduzindo a dependência da rede elétrica e proporcionando uma economia significativa na conta de luz.

Compensação de Excedente de Energia: Em casos de produção excedente, o consumidor pode transferir a energia para a rede, gerando créditos que podem ser usados posteriormente.

Baixos Custos Operacionais: O sistema fotovoltaico exige pouca manutenção depois de instalado, e o custo de operação é muito baixo, já que a principal "matéria-prima", a luz solar, é gratuita.

Sustentabilidade: A energia solar é limpa, renovável e reduz a emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

Desvantagens:



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Dependência da Irradiação Solar: O sistema depende da disponibilidade de luz solar, ou seja, não gera energia à noite ou em dias nublados. Embora isso não seja um problema quando há injeção na rede elétrica, pode ser um desafio em locais com baixa incidência solar.

Custo Inicial: O investimento inicial para a instalação de um sistema fotovoltaico ainda pode ser alto, embora o custo tenha diminuído nos últimos anos e o retorno financeiro seja rápido devido à economia na conta de energia.

2.1.3 Aspectos Regulatórios e Tecnológicos

A implementação de sistemas fotovoltaicos on grid no Brasil é regida por normas e regulamentações que visam garantir a segurança e o equilíbrio do sistema elétrico nacional. Entre as principais regulamentações, destaca-se a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, que permite que consumidores gerem sua própria energia e injetem o excedente na rede. A resolução também estabelece a compensação de energia gerada, através do sistema de net metering.

Além disso, o avanço das tecnologias de inversores e sistemas de monitoramento tem proporcionado mais eficiência e segurança aos sistemas fotovoltaicos. O uso de softwares especializados permite que o proprietário monitore em tempo real a produção de energia e o desempenho do sistema, garantindo que ele funcione de maneira otimizada.

2.2 Considerações sobre a Implementação e Custos

A implementação de um sistema fotovoltaico on grid pode ser considerada uma solução de médio a longo prazo, já que a economia com a conta de energia pode reduzir o valor do investimento inicial ao longo dos anos. O tempo de retorno do investimento (payback) pode variar dependendo da localidade, do consumo de energia do usuário e da intensidade da radiação solar na região. No entanto, com o aumento da competitividade no setor e a queda nos preços dos equipamentos, o retorno tem se tornado cada vez mais rápido e acessível.

FUNCIONAMENTO SISTEMA SOLAR ON-GRID



FIGURA-1. FUNCIONAMENTO SISTEMA SOLAR ON-GRID

FONTE: www.libertyenergia.eco.br -acessado dia 20/03/2026 às 20:00 h

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho baseia-se em um estudo de caso técnico realizado em uma residência localizada no município de Jacarezinho – PR, com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica de implantação de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica. O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em etapas, seguindo uma sequência lógica que permitiu compreender o consumo da unidade, analisar o potencial solar local e definir o dimensionamento do sistema.

Inicialmente, foi realizada a análise de consumo de energia elétrica, com base nas faturas mensais fornecidas pela concessionária CPFL, referentes aos últimos doze meses. A partir desses dados, calculou-se o consumo médio mensal em quilowatt-hora (kWh), que serviu de referência para estimar a geração necessária do



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

sistema fotovoltaico.

Na segunda etapa, foi feita a avaliação da irradiação solar no município de Jacarezinho – PR, utilizando dados obtidos em fontes oficiais como o Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE) e o CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito). Esses valores foram fundamentais para determinar o potencial de geração de energia e dimensionar corretamente o sistema.

A terceira etapa consistiu no dimensionamento do sistema fotovoltaico, onde foram aplicadas fórmulas de cálculo baseadas na potência dos módulos, na eficiência do inversor e nas perdas do sistema. Nessa fase, definiu-se o número de módulos fotovoltaicos, a potência total do gerador e o modelo de inversor mais adequado, conforme as normas NBR 16690 e NBR 5410.

Em seguida, procedeu-se ao dimensionamento elétrico do sistema, que envolveu a seleção de cabos, disjuntores e dispositivos de proteção em corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA). Todos os cálculos seguiram as recomendações das normas técnicas da ABNT e das exigências da concessionária CPFL, assegurando a segurança e a conformidade da instalação.

Por fim, foi realizada uma visita técnica ao local, etapa essencial para verificar as condições estruturais e elétricas da residência. Nessa fase, foram avaliados a inclinação e o tipo do telhado, a presença de sombreamento, os pontos de fixação dos módulos e o trajeto para passagem dos cabos. Essa análise prática permitiu confirmar a viabilidade técnica da instalação e identificar eventuais ajustes necessários no projeto.

Aplicação em um projeto em uma Residência em Jacarezinho-PR:

ESTUDO TÉCNICO E VIABILIDADE DE GERAÇÃO EM UMA RESIDÊNCIA EM JACAREZINHO – PR

Análise de consumo de energia

O dimensionamento de um sistema fotovoltaico inicia-se pela análise do consumo médio de energia elétrica da residência. Esse levantamento permite compreender o perfil de demanda do imóvel e projetar uma usina capaz de atender às necessidades energéticas de forma eficiente, evitando desperdícios e assegurando melhor aproveitamento do investimento.

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos
Como identificar o consumo na fatura da CPFL

Na fatura de energia da CPFL, o consumo mensal é indicado na seção “Consumo do mês” ou “Energia ativa – kWh”, que apresenta a quantidade de energia utilizada no período de faturamento. Também há o “Histórico de consumo”, que reúne os registros mensais dos últimos 12 meses.

Descrição da operação Nº 910903297997	Unid. Med.	Quant. Faturada	Tarifa ANEEL	Tarifa com tributos R\$	Valor total da operação R\$	Base Cál. ICMS	Aliq. ICMS %	ICMS	PIS 0,85%	COFINS 3,98%	Tributo	Base de Cál. (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
Consumo Uso Sistema (KWh)-TUSD JUN/25	kWh	297,0000	0,44260000	0,54525253	161,94	161,94	19,00	30,77	1,11	5,22	ICMS	269,75	19,00	51,26
Consumo - TE JUN/25	kWh	297,0000	0,24605000	0,33508418	99,52	99,52	19,00	18,91	0,69	3,21	PIS/PASEP	218,49	0,85	1,85
Adicional de Bandeira Amarela JUN/25	kWh				6,51	6,51	19,00	1,24	0,04	0,21	COFINS	218,49	3,98	8,70
Adicional de Bandeira Vermelha JUN/25	kWh				1,78	1,78	19,00	0,34	0,01	0,06				
Juros de Mora ABR/25					2,39									
Multa por Atraso Pgto ABR/25					6,04									
Atualização Monetária ABR/25					1,01									
Total Distribuidora					279,19									
DÉBITOS DE OUTROS SERVIÇOS														
Contribuição Custeio IP-CIP JUN/25					17,66									
Total consolidado					296,85	269,75		51,26	1,85	8,70				

Consumo / kWh	
Consumo faturado	Nº dias
JUN 25	207 29
MAI 25	201 33
ABR 25	345 28
MAR 25	319 29
FEV 25	242 32
JAN 25	241 29
DEZ 24	276 31
NOV 24	281 31
OUT 24	289 30
SET 24	324 33
AGO 24	313 30
JUL 24	138 29
JUN 24	269 32

Medidor	Grandezas	Postos horários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Const. Medidor	Consumo kWh	Reservado ao Fisco		Bandeiras Tarifárias
23943675	Energia Ativa-kWh	único	3901	4198	1,00	297			Amarela 26 Dias Vermelha P1 03 Dias
									Taxa de Perdas %

Figura 2 - Histórico de consumo da Fatura da CPFL

FONTE: www.cpfl.com.br acessado dia 11/05/2026 às 21:16

Como calcular a média de consumo mensal

O dimensionamento de um sistema fotovoltaico requer o cálculo da média de consumo mensal da unidade consumidora, obtida a partir das faturas dos últimos 12 meses. A soma dos consumos mensais é dividida pelo número de meses analisados, resultando em um valor que representa o perfil de demanda do imóvel. Esse dado orienta a potência do gerador, evitando tanto o superdimensionamento quanto o subdimensionamento do sistema.

Irradiação solar em Jacarezinho – PR

A irradiação solar corresponde à energia que incide sobre determinada área em um dia, sendo expressa em kWh/m². dia. Para este estudo, os dados foram obtidos em fontes como o Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE) e o CRESESB. Em Jacarezinho – PR, a irradiação média anual é de aproximadamente 5,25 kWh/m². dia.



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos
Tabela 1 – Dados de irradiação solar em Jacarezinho

Estação: Jacarezinho
Município: Jacarezinho, PR - BRASIL
Latitude: 23,101° S
Longitude: 49,949° O
Distância do ponto de ref. (23,160556° S; 49,969444° O) : 7,0 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
☒	Plano Horizontal	0° N	5,75	5,88	5,27	4,67	3,68	3,44	3,61	4,61	4,74	5,43	5,96	6,39	4,95	2,95
☒	Ângulo igual a latitude	23° N	5,20	5,62	5,43	5,33	4,56	4,48	4,62	5,50	5,06	5,31	5,46	5,66	5,19	1,18
☒	Maior média anual	21° N	5,27	5,67	5,45	5,30	4,50	4,41	4,55	5,45	5,05	5,34	5,53	5,75	5,19	1,34
☒	Maior mínimo mensal	33° N	4,80	5,30	5,31	5,42	4,77	4,76	4,88	5,68	5,01	5,07	5,06	5,18	5,10	,92

FONTE: www.cresesb.cepel.br acessado dia 11/05/2026 às 21:16

a. Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

O dimensionamento de um sistema fotovoltaico consiste em definir a potência do gerador solar necessária para suprir o consumo médio de energia da residência, assegurando eficiência, economia e viabilidade técnica.

Fórmula para o dimensionamento:

$$P = \frac{E}{H \times PR \times N}$$

Equação 1 – Dimensionamento do Sistema.

Aplicando os valores:

$$P = \frac{280,3}{5,25 \times 0,8 \times 30} \quad P = 2,93 \text{ Kw}$$

Embora o cálculo indique uma potência de aproximadamente 2,22 kWp, optou-se pela adoção de 2,93 kWp (5 módulos de 585 Wp), de forma a garantir margem de segurança e melhor atendimento a possíveis variações de consumo.

b. Dimensionamento Elétrico do Sistema

O sistema fotovoltaico requer proteções elétricas nos circuitos de corrente contínua (CC) e alternada (CA). No lado CC, a string box abriga disjuntores ou fusíveis, DPS e, quando necessário, chave seccionadora, garantindo proteção contra

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

curto-circuito, sobretensão e possibilitando o desligamento seguro dos módulos. No lado CA, a proteção é feita com disjuntores e DPS instalados no quadro da residência ou em quadro dedicado ao sistema, prevenindo sobrecargas, curtos e surtos da rede. O dimensionamento deve seguir as normas NBR 5410, NBR 16690 e NBR 5419, assegurando conformidade técnica e segurança.

Lado Corrente Contínua (CC)

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

Power	585W
Open Circuit Voltage	48.42V
Short Circuit Current	15.27A
Maximum Power Voltage	40.51V
Maximum Power Current	14.44A
Module Efficiency	22.65%

ELECTRICAL PARAMETERS AT NMOT

Power	440W
Open Circuit Voltage	46.04V
Short Circuit Current	12.25A
Maximum Power Voltage	37.84V
Maximum Power Current	11.63A

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

* Measuring tolerance: ±3%

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

Figura 3 – Ficha técnica módulo fotovoltaico LEAPTON

FONTE: www.belenus.com.br acessado dia 11/05/2026 às 22:08

O módulo Leapton de 585 Wp apresenta corrente de curto-circuito (I_{sc}) de 13,9 A e tensão em circuito aberto (V_{oc}) de 49,5 V. Esses parâmetros servem como base para a configuração do arranjo fotovoltaico e para os cálculos de dimensionamento do sistema.

- String 1 (Oeste) composta por 3 módulos em série:

$$V_{oc} - total = 49,5 \times 3 = 148,5V$$

$$I_{sc} = 13,9A$$

Equação 2 – Dimensionamento String 1

- String 2 (Leste) composta por 2 módulos em série:

$$V_{oc} - total = 49,5 \times 2 = 99V$$

$$I_{sc} = 13,9A$$

Equação 3 – Dimensionamento String 2

Como as strings estão conectadas em entradas MPPT distintas, os cálculos são realizados individualmente para cada uma.

A corrente corrigida, conforme NBR 16690 (fator de 1,25), é dada por:

$$I_{corrigida} = I_{sc} \times 1,25$$

$$I_{corrigida} = 13,9 \times 1,25 = 17,38A$$



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Equação 4 – Dimensionamento corrente corrigida String 1

Para o cálculo do disjuntor, aplica-se novamente o fator de 1,25:

$$I_{disjuntor} = I_{corrigida} \times 1,25$$

$$I_{disjuntor} = 17,38 \times 1,25 = 21,73A$$

Equação 5 – Dimensionamento do Disjuntor CC

Adotou-se o disjuntor comercial de 25 A em corrente contínua. Para a proteção contra surtos, considerou-se a tensão máxima da string com maior Voc (148,5 V), recomendando-se o uso de DPS de 600 Vcc em cada entrada MPPT. O trecho entre a string box e o inversor opera com 17,38 A, permitindo a utilização de cabos de 4 mm² em cada entrada.

2.4.2 Lado de Corrente Alternada (CA)

O inversor possui potência nominal de 3.000 W, operando em tensão de saída de 220 V monofásico (fase + neutro). A corrente nominal é obtida pela equação:

$$ICA = \frac{P}{V}$$

$$ICA = \frac{3000}{220} = 13,63A$$

Equação 6 – Dimensionamento corrente CA

Aplicando o fator de segurança de 1,25:

$$I_{corrigida} = ICA \times 1,25$$

$$I_{corrigida} = 13,63 \times 1,25 = 17,03A$$

Equação 7 – Dimensionamento Corrente Corrigida CA

No lado de corrente alternada, foram adotados cabos de 4 mm², adequados para suportar a corrente de projeto de 17,03 A. A proteção é feita por disjuntor termomagnético de 25 A, valor padronizado e compatível com o cálculo. Para a proteção contra surtos, especifica-se um DPS de 275 V em corrente alternada, Classe II, conforme recomendações normativas para instalações residenciais.

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Onde:

E = Consumo médio mensal da residência (KWh)

H = irradiação média diária local (KWh/m² dia)

PR = Performance, ratio ou fator de desempenho (considera perdas por temperatura, cabeamento, inversores, sujeira etc.)

N = Número de dias no mês (30 por cálculo médio)

O PR médio usado em sistemas residenciais é de 0,8, significando que cerca de 20% da energia será perdida em todo o sistema.

c. Componentes do Sistema

A seleção correta dos componentes é essencial para a eficiência, durabilidade e segurança do sistema fotovoltaico. No projeto em estudo, o inversor escolhido foi o modelo Huawei SUN2000-3KTL-L1, monofásico, com potência nominal de 3 kW, eficiência superior a 98%, duas entradas MPPT independentes, conectividade Wi-Fi e compatibilidade com recursos de Smart Energy, possibilitando maior controle e monitoramento da geração.



Figura 4 – Inversor Fotovoltaico HUAWEI

Fonte: www.belenus.com.br acessado dia 18/05/2026 às 22:24

O arranjo gerador é composto por cinco módulos Lepton de 585 Wp cada, tecnologia monocristalina, com eficiência de 21,3% e área média de 2,5 m² por módulo. Essa configuração garante elevado desempenho e aproveitamento do espaço disponível para a instalação.

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos



Figura 5 – Painei Fotovoltaiico Leapton

Fonte: www.belenus.com.br acessado dia 18/05/2026 às 22:29

A fixação dos módulos é feita com grampos, hastes e perfis de alumínio anodizado, que garantem resistência à corrosão e maior durabilidade em ambientes externos. Os suportes em formato “pé em L” proporcionam fixação segura na estrutura do telhado de fibrocimento.



Figura 5 – Estruturas Para Fixação dos Painéis

Fonte: www.belenus.com.br acessado dia 18/05/2026 às 22:35

Na conexão em corrente contínua, utilizou-se cabo solar de 4 mm² (preto e vermelho), próprio para aplicações fotovoltaicas, com isolamento para até 1,8 kV em CC, além de resistência à radiação UV e intempéries. As conexões são feitas por conectores MC4, padrão internacional, com proteção IP67, garantindo segurança elétrica e vedação contra poeira e umidade.



Figura 7 – Cabo Solar e Conector MC4

Fonte: www.belenus.com.br acessado dia 25/05/2026 às 22:42

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

A proteção em corrente contínua é feita por meio de uma string box com duas entradas MPPT e capacidade para até 1000 Vcc. O dispositivo reúne fusíveis, disjuntores e DPS, garantindo maior confiabilidade e segurança ao sistema



Figura 8 – String Box CC

Fonte: www.belenus.com.br acessado dia 25/05/2026 às 22:45

d. Estudo de Visita Técnica

A visita técnica é etapa fundamental no projeto fotovoltaico, pois permite avaliar as condições estruturais e elétricas da unidade consumidora. Nessa fase, são verificados a inclinação, o tipo e a resistência do telhado, bem como possíveis sombreamentos que possam comprometer a geração. Também se analisa o espaço disponível para a instalação, a orientação e a inclinação ideais dos módulos, além do quadro elétrico e pontos de conexão. Por fim, define-se a trajetória dos cabos, assegurando segurança, eficiência e estética à instalação.



Figura 9 – Imagens Visita Técnica

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa sobre sistemas solares on-grid revela dados fundamentais sobre o impacto ambiental, a viabilidade econômica e os desafios técnicos dessa tecnologia. A energia solar é uma fonte de energia sustentável que contribui significativamente



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

para a redução das emissões de CO₂, alinhando-se com as metas globais de sustentabilidade. Os dados mostram como a adoção de sistemas solares pode mitigar as mudanças climáticas e ajudar a transição para uma matriz energética mais limpa.

Em termos econômicos, embora o investimento inicial em sistemas solares seja alto, a pesquisa aponta que, ao longo do tempo, esses sistemas oferecem um retorno financeiro considerável. A redução de custos com energia elétrica e a possibilidade de geração de créditos de energia demonstram a viabilidade financeira da energia solar, tornando-a uma opção interessante tanto para residências quanto para empresas.

Os desafios técnicos, como a integração com a rede elétrica e a variabilidade da geração solar, estão sendo superados com inovações, como a melhoria na eficiência dos painéis solares e no desenvolvimento de redes inteligentes (smart grids). Esses avanços tornam a energia solar uma solução cada vez mais competitiva frente às fontes tradicionais de energia.

Além disso, a pesquisa evidencia o papel essencial das políticas públicas na expansão da energia solar, como subsídios e incentivos fiscais. Essas políticas facilitam o acesso à tecnologia, tornando a energia solar mais acessível a uma maior parte da população e ajudando a promover a inclusão energética.

Em resumo, os dados da pesquisa reforçam a relevância da energia solar on-grid como uma solução ambientalmente responsável, economicamente viável e tecnicamente avançada, com grande potencial de impacto para a formação de profissionais no setor de energias renováveis.

4 Conclusões

As conclusões deste trabalho respondem aos objetivos e hipóteses apresentados na introdução, com base nos dados e informações analisadas ao longo do desenvolvimento. A pesquisa demonstrou que os sistemas solares on-grid são uma solução eficaz para a geração de energia limpa, com impacto positivo tanto no meio ambiente quanto na economia.

Primeiramente, os resultados confirmaram a viabilidade econômica dos sistemas solares, especialmente quando considerados os custos ao longo do tempo, como a redução nas contas de energia e os benefícios dos créditos de energia. Além disso, a pesquisa reforçou a importância das políticas públicas e incentivos fiscais



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

para impulsionar a adoção dessa tecnologia, o que torna a energia solar acessível a um maior número de consumidores.

Em relação aos desafios técnicos, a pesquisa apontou que, embora existam obstáculos, como a integração com a rede elétrica e a variabilidade da geração solar, esses problemas estão sendo superados por inovações tecnológicas, tornando a energia solar cada vez mais eficiente e competitiva.

O trabalho também teve como objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema fotovoltaico residencial na cidade de Jacarezinho – PR, considerando o perfil de consumo de energia da unidade estudada e as condições de irradiação solar da região. Por meio do estudo de caso, foi possível compreender de forma prática como ocorre o processo de dimensionamento, seleção de componentes e avaliação dos resultados esperados com a adoção de um sistema de geração distribuída.

A contribuição deste estudo está em demonstrar, de forma clara e aplicada, como o uso da energia solar fotovoltaica pode beneficiar economicamente as famílias e contribuir para o desenvolvimento sustentável. Além de reduzir gastos com energia elétrica, a tecnologia promove o uso responsável dos recursos naturais e incentiva a transição para uma matriz energética mais limpa e descentralizada.

Como trabalhos futuros, sugere-se a realização de novos estudos de caso em diferentes tipos de edificações, considerando variações de consumo, orientação dos módulos e sistemas com armazenamento de energia. Também é recomendável analisar o impacto de políticas públicas e incentivos financeiros voltados à ampliação do uso da energia solar em áreas residenciais e comerciais. Dessa forma, espera-se que pesquisas como esta continuem contribuindo para a expansão do conhecimento técnico e para a disseminação da energia solar como instrumento de economia e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica. Brasília: ANEEL, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº**



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482/2012.

Brasília: ANEEL, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Capítulo 2.4 - dimensionamento do sistema.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Capítulo 2.4 - dimensionamento do sistema.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16690: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede de distribuição.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020. Capítulo 2.4 - dimensionamento do sistema.

BELENUS – BELL ENERGY. **Catálogo Técnico e Imagens de Equipamentos Fotovoltaicos.** Disponível em: <https://belenus.com.br/>. Acesso em: 9 nov. 2025. imagens dos equipamentos no capítulo **6 — Componentes do sistema fotovoltaico.** CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO – CRESEB. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** 2. ed. Rio de Janeiro: CEPEL, 2014. Capítulo **2.2 — Irradiação solar em Jacarezinho – PR.**

CPFL ENERGIA. **Normas Técnicas de Acesso à Geração Distribuída.** Campinas: CPFL, 2023. Capítulo **2.1 — Análise de consumo de energia.**

HUAWEI TECHNOLOGIES. **Manual Técnico do Inversor SUN2000-3KTL-L1.** Shenzhen: Huawei, 2022. Capítulo **2.5 — Componentes do sistema.**

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar.** 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Capítulo 2.2 – Irradiação solar em Jacarezinho – PR.

LEAPTON ENERGY. **Ficha Técnica do Módulo Fotovoltaico Leapton 585 Wp.** Kobe: Leapton Solar, 2023. Capítulo **2.5 — Componentes do sistema.**