



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Curso Técnico em Eletrotécnica

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

TECHNICAL STUDY AND FEASIBILITY OF PHOTOVOLTAIC GENERATION IN A RESIDENCE IN JACAREZINHO - PR

Thomas Henrique de Oliveira¹

Resumo: O presente trabalho aborda o estudo de caso de um sistema fotovoltaico residencial instalado na cidade de Jacarezinho – PR, considerando as condições de consumo de energia elétrica da unidade consumidora e os requisitos técnicos exigidos pela concessionária local, CPFL. O problema central que motivou a pesquisa está relacionado ao alto custo da energia elétrica no Brasil e à necessidade de soluções sustentáveis que promovam economia financeira e reduzam os impactos ambientais. Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma alternativa viável, limpa e cada vez mais acessível para consumidores residenciais. O objetivo principal deste trabalho foi realizar o dimensionamento, a especificação dos equipamentos e a análise técnica de um sistema fotovoltaico capaz de atender ao consumo médio da residência estudada, de modo a garantir eficiência, segurança e viabilidade econômica. Para tanto, foram avaliadas as características elétricas dos módulos fotovoltaicos Lepton de 585 Wp, o desempenho do inversor Huawei SUN2000-3KTL-L1, além da definição dos cabos, dispositivos de proteção e estruturas de fixação. A metodologia incluiu visita técnica para análise das condições estruturais e elétricas do local, bem como o estudo da irradiação solar disponível na região, assegurando a adequação do projeto às normas NBR 5410, NBR 16690 e NBR 5419, além das exigências da CPFL. Os resultados obtidos demonstraram que a configuração proposta, composta por cinco módulos de 585 Wp, é suficiente para atender à demanda da unidade consumidora, proporcionando significativa redução na fatura de energia elétrica e contribuindo para a sustentabilidade ambiental. Conclui-se que a correta escolha dos componentes, aliada a um dimensionamento técnico bem elaborado, é fundamental para garantir a durabilidade, a segurança e o desempenho esperado de um sistema fotovoltaico. Além disso, o estudo evidencia a importância da energia solar como alternativa estratégica diante da crescente demanda energética e da busca por fontes renováveis, reforçando o papel do setor fotovoltaico no desenvolvimento sustentável do país.

¹Técnico em Eletromecânica, ETEC Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos/SP – thomas.oliveira20@etec.sp.gov.br



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Palavras-chave: Energia Solar; Sistema Fotovoltaico; Dimensionamento; Sustentabilidade; Eficiência Energética.

Abstract: This paper addresses the case study of a residential photovoltaic system installed in the city of Jacarezinho – PR, considering the electricity consumption conditions of the consumer unit and the technical requirements demanded by the local utility, CPFL. The main problem that motivated the research is related to the high cost of electricity in Brazil and the need for sustainable solutions that promote financial savings and reduce environmental impacts. In this context, photovoltaic solar energy emerges as a viable, clean, and increasingly accessible alternative for residential consumers. The primary objective of this study was to perform the sizing, equipment specification, and technical analysis of a photovoltaic system capable of meeting the average consumption of the studied residence, in order to ensure efficiency, safety, and economic feasibility. For this purpose, the electrical characteristics of the 585 Wp Lepton photovoltaic modules were evaluated, along with the performance of the Huawei SUN2000-3KTL-L1 inverter, as well as the definition of cables, protection devices, and mounting structures. The methodology included a technical visit to analyze the structural and electrical conditions of the site, as well as a study of the solar irradiation available in the region, ensuring that the project complies with NBR 5410, NBR 16690, and NBR 5419 standards, in addition to CPFL requirements. The results obtained demonstrated that the proposed configuration, consisting of five 585 Wp modules, is sufficient to meet the consumer unit's demand, providing a significant reduction in the electricity bill and contributing to environmental sustainability. It can be concluded that the correct selection of components, combined with a well-prepared technical sizing, is essential to ensure the durability, safety, and expected performance of a photovoltaic system. Furthermore, the study highlights the importance of solar energy as a strategic alternative in the face of growing energy demand and the pursuit of renewable sources, reinforcing the role of the photovoltaic sector in the sustainable development of the country.

Keywords: Solar Energy; Photovoltaic System; Sizing; Sustainability; Energy Efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de energia elétrica, aliado à elevação constante das tarifas e às preocupações ambientais, tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis de geração de energia. Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica tem se destacado como uma das principais fontes renováveis disponíveis, por sua abundância, baixo impacto ambiental e pela capacidade de atender tanto pequenas quanto grandes demandas energéticas. O presente trabalho tem como tema o estudo de caso da viabilidade técnica e econômica da instalação de um sistema fotovoltaico



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

em uma residência localizada na cidade de Jacarezinho – PR, considerando o consumo energético da unidade e as condições locais de irradiação solar.

O problema central deste estudo está em responder se a instalação de um sistema fotovoltaico residencial em Jacarezinho é tecnicamente adequada e financeiramente viável, levando em conta o perfil de consumo da residência, o potencial solar da região e os custos de implantação do sistema. Dessa forma, o trabalho busca compreender a eficiência da geração, o dimensionamento ideal dos equipamentos e o retorno econômico do investimento.

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.

A justificativa deste trabalho baseia-se na crescente necessidade de alternativas energéticas sustentáveis e na importância da energia solar para reduzir os impactos ambientais e econômicos associados à geração convencional. O estudo também visa contribuir com o conhecimento técnico sobre sistemas fotovoltaicos residenciais, apresentando uma aplicação prática e realista para a região de Jacarezinho – PR, que apresenta bom potencial de irradiação solar ao longo do ano.

A metodologia utilizada consiste na coleta de dados de consumo por meio das faturas mensais de energia elétrica, na análise da irradiação solar local obtida de fontes como o Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE) e o CRESESB, no dimensionamento do sistema fotovoltaico com base nas normas técnicas vigentes e na verificação das condições estruturais e elétricas do local durante a visita técnica.

Por fim, o trabalho está estruturado em seis seções principais. A primeira aborda a análise de consumo de energia da residência; a segunda apresenta os dados de irradiação solar em Jacarezinho – PR; a terceira trata do dimensionamento do sistema fotovoltaico; a quarta aborda o dimensionamento elétrico do sistema; a quinta descreve os componentes que compõem a instalação; e a sexta apresenta o estudo de visita técnica, que verifica as condições reais da estrutura e do ambiente para a instalação do sistema proposto.

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

2 ESTUDO TÉCNICO E VIABILIDADE DE GERAÇÃO EM UMA RESIDÊNCIA EM JACAREZINHO - PR

2.1 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.

2.1.1 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 Cálcl. ICMS	Aliq. ICMS %	ICMS	PIS 0,85%	COFINS 3,98%	Tributo	Base de Cálcl. (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
Consumo Uso Sistema (KWh)-TUSD JUN/25	kWh	297,0000	0,44266000	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	0,33506418	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 Pqto 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	297
MAR 25	291
ABR 25	345
MAR 25	319
FEV 25	242
JAN 25	241
DEZ 24	276
NOV 24	281
OUT 24	269
SET 24	334
AGO 24	213
JUL 24	138
JUN 24	269

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 %											

Figura1 - Histórico de consumo da Fatura da CPFL

Fonte: www.cpfl.com.br

2.1.2 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

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

orienta a potência do gerador, evitando tanto o superdimensionamento quanto o subdimensionamento do sistema.

2.2 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.

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		
<input checked="" type="checkbox"/>	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
<input checked="" type="checkbox"/>	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
<input checked="" type="checkbox"/>	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
<input checked="" type="checkbox"/>	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

2.3 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:

$$P = \frac{280,3}{5,25 \times 0,8 \times 30} \quad P = 2,22 \text{ Kwp}$$

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

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.

2.4 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 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.

2.4.1 Lado Corrente Contínua (CC)

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC		ELECTRICAL PARAMETERS AT NMOT	
Power	585W	Power	440W
Open Circuit Voltage	48.42V	Open Circuit Voltage	46.04V
Short Circuit Current	15.27A	Short Circuit Current	12.25A
Maximum Power Voltage	40.51V	Maximum Power Voltage	37.84V
Maximum Power Current	14.44A	Maximum Power Current	11.63A
Module Efficiency	22.65%		

* 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 2 – Ficha técnica módulo fotovoltaico LEAPTON

Fonte: www.belenus.com.br

O módulo Leapton de 585 Wp apresenta corrente de curto-circuito (Isc) de 13,9 A e tensão em circuito aberto (Voc) 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:

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



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos
Isc = 13,9A

Equação 2 – Dimensionamento String 1

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

$$Voc - total = 49,5 \times 2 = 99V$$

$$Isc = 13,9A$$

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:

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

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

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:



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

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

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

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.

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.

2.5 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,

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

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 3 – Inversor Fotovoltaico HUAWEI

Fonte: www.belenus.com.br

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.



Figura 4 – Painel Fotovoltaico Lepton

Fonte: www.belenus.com.br

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.

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos



Figura 5 – Estruturas Para Fixação dos Painéis
Fonte: www.belenus.com.br

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 6 – Cabo Solar e Conector MC4
Fonte: www.belenus.com.br

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 7 – String Box CC
Fonte: www.belenus.com.br

2.6 Estudo de Visita Técnica

A visita técnica é etapa fundamental no projeto fotovoltaico, pois permite avaliar as

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

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 8 – Imagens Visita Técnica

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 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.



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

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.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho 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



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

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.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 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**



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

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 – CRESESB. **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.**