LUMEN ET VIRTUS
ISSN: 2177-2789

PROJETO DE USINA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 500 kVA PARA CONSUMIDOR RURAL: LEI 14.300/2022 E RESOLUÇÃO NORMATIVA 482/2012

500 kVA SOLAR PHOTOVOLTAIC PLANT PROJECT FOR RURAL CONSUMER: LAW 14,300/2022 AND NORMATIVE RESOLUTION 482/2012

PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 500 kVA PARA CONSUMIDOR RURAL: LEY 14.300/2022 Y RESOLUCIÓN NORMATIVA 482/2012

https://doi.org/10.56238/levv16n55-072

Data de submissão: 13/11/2025 **Data de publicação:** 13/12/2025

Douglas Mackri Pinto
Graduando
Instituição: Centro Universitário Descomplica Uniamérica
E-mail: douglas1mackri@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto técnico de uma usina solar fotovoltaica com potência de 500 kVA, destinada a um consumidor rural localizado na cidade de Foz do Iguaçu, no estado do Paraná. O sistema foi dimensionado com base em módulos fotovoltaicos de 550 Wp instalados em solo, totalizando uma potência instalada de 462 kWp, conectada à rede elétrica trifásica em média tensão (13,8 kV) por meio de uma subestação com transformador a óleo. O projeto seguiu as normas técnicas da ABNT e as exigências regulatórias da ANEEL e da concessionária local (COPEL), abrangendo desde o estudo de irradiação solar, critérios de dimensionamento, escolha de equipamentos, até a análise de desempenho energético e viabilidade econômica. Os resultados indicam uma geração anual estimada de aproximadamente 692.661 kWh, sendo suficiente para suprir integralmente o consumo da propriedade. A análise econômica demonstrou um retorno do investimento (payback) inferior a 3 anos, evidenciando a viabilidade técnica e financeira do sistema. A implantação de usinas solares em áreas rurais representa uma solução sustentável e economicamente atrativa para a redução de custos e independência energética.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica. Usina Solar Fotovoltaica. Geração Distribuída. Sustentabilidade no Setor Rural. Potência Instalada 500kW.

ABSTRACT

This work presents the technical design of a 500 kVA photovoltaic solar power plant, intended for a rural consumer located in Foz do Iguaçu, Paraná. The system was designed using 550 Wp photovoltaic modules installed on the ground, totaling an installed capacity of 462 kWp. The system is connected to the electrical grid through a 13.8 kV medium voltage substation with an oil transformer. The project follows the technical standards of ABNT and the regulatory requirements of ANEEL and the local utility company (COPEL), covering aspects such as solar radiation studies, system sizing criteria, equipment selection, energy performance analysis, and economic feasibility. The estimated annual generation is approximately 692,661 kWh, enough to meet the property's entire energy demand. The economic analysis shows an investment return (payback) of less than 3 years, highlighting the technical

and financial viability of the system. The implementation of solar power plants in rural areas represents a sustainable and economically attractive solution for cost reduction and energy independence.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy. Photovoltaic Solar Plant. Distributed Generation. Sustainability in the Rural Sector. Installed Power 500kW.

RESUMEN

Este trabajo presenta el proyecto técnico de una planta solar fotovoltaica con una potencia de 500 kVA, destinada a un consumidor rural ubicado en la ciudad de Foz do Iguaçu, en el estado de Paraná. El sistema fue diseñado en base a módulos fotovoltaicos de 550 Wp instalados en tierra, totalizando una potencia instalada de 462 kWp, conectados a la red eléctrica trifásica en media tensión (13,8 kV) a través de una subestación con transformador de aceite. El proyecto siguió las normas técnicas de la ABNT y los requisitos reglamentarios de la ANEEL y de la concesionaria local (COPEL), que van desde el estudio de la irradiación solar, criterios de dimensionamiento, elección de equipos, hasta el análisis del desempeño energético y la viabilidad económica. Los resultados indican una generación anual estimada de aproximadamente 692.661 kWh, suficiente para abastecer íntegramente el consumo del inmueble. El análisis económico demostró un retorno de la inversión (payback) de menos de 3 años, demostrando la viabilidad técnica y financiera del sistema. La implementación de plantas solares en zonas rurales representa una solución sostenible y económicamente atractiva para reducir costes y lograr independencia energética.

Palabras clave: Energía Solar Fotovoltaica. Planta Solar Fotovoltaica. Generación Distribuida. Sostenibilidad en el Sector Rural. Potencia Instalada 500kW.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por fontes de energia limpa e renovável tem impulsionado a adoção de tecnologias sustentáveis em diversos setores, com destaque para a energia solar fotovoltaica. No Brasil, a energia solar tem se mostrado uma solução promissora, especialmente em regiões com alta incidência solar, como o estado do Paraná. O setor rural, que enfrenta desafios relacionados ao alto consumo de energia para atividades como irrigação, armazenamento, refrigeração e mecanização agrícola, se beneficia consideravelmente dessa tecnologia. A implementação de sistemas fotovoltaicos oferece não apenas uma alternativa eficiente do ponto de vista econômico, mas também uma solução ambientalmente sustentável, contribuindo para a redução dos impactos ambientais causados pela dependência de fontes fósseis de energia.

Em particular, a cidade de Foz do Iguaçu, localizada no oeste do Paraná, apresenta características climáticas favoráveis para a geração de energia solar. Com uma média anual de radiação solar de 5,15 kWh/m²/dia, a região é ideal para a instalação de usinas solares fotovoltaicas de médio porte, como a proposta neste projeto. Além disso, a possibilidade de conexão à rede elétrica em média tensão (13,8 kV) oferece flexibilidade para a instalação de sistemas com potências mais altas, viabilizando a implementação de usinas de 500 kVA ou superiores, como é o caso deste projeto.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um projeto técnico de uma usina solar fotovoltaica de 500 kVA, destinada a um consumidor rural em Foz do Iguaçu. O projeto inclui desde o levantamento de dados técnicos e ambientais, dimensionamento do sistema fotovoltaico, escolha dos equipamentos, até a avaliação da viabilidade econômica e a estimativa de geração de energia. A adoção de energia solar não apenas promove a independência energética da propriedade rural, mas também proporciona uma redução significativa nos custos operacionais, refletindo um modelo de desenvolvimento sustentável para o setor agrícola.

1.1 JUSTIFICATIVA

A crescente demanda por fontes de energia limpa e sustentável tem impulsionado o uso da energia solar fotovoltaica no Brasil, especialmente em regiões com alta incidência solar. No setor rural, onde o consumo energético pode ser elevado devido à mecanização agrícola, irrigação, armazenamento e refrigeração, a adoção de sistemas fotovoltaicos representa uma solução eficiente tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

Além disso, a possibilidade de conexão à rede elétrica em média tensão permite maior flexibilidade para o consumidor, tornando viável a implantação de usinas de médio porte. A cidade de Foz do Iguaçu, situada no estado do Paraná, apresenta características climáticas favoráveis à geração fotovoltaica, o que justifica a escolha do local para o desenvolvimento deste projeto.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O trabalho tem como objetivo projetar uma usina solar fotovoltaica com potência nominal de 500 kVA, instalada em solo, destinada a um consumidor rural no município de Foz do Iguaçu, localizado no estado do Paraná, conectada à rede elétrica em média tensão (13,8 kV).

1.2.2 Objetivos específicos

- Levantar dados técnicos e ambientais para o dimensionamento do sistema;
- Definir a quantidade de módulos fotovoltaicos e inversores necessários;
- Projetar a subestação com transformador a óleo e demais equipamentos de proteção;
- Estimar a geração anual de energia elétrica com base na irradiação local;
- Avaliar a viabilidade técnica e econômica do sistema proposto;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é uma forma limpa e renovável de gerar eletricidade. Ela utiliza a radiação solar como fonte principal, sendo convertida em energia elétrica pelos módulos solares, que são compostos por células de silício. Com o avanço da tecnologia, a eficiência dos equipamentos tem melhorado bastante e os custos vêm diminuindo. Isso, junto com a crescente preocupação com o meio ambiente, fez essa alternativa ganhar cada vez mais espaço no setor energético.

2.2 COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Um sistema conectado à rede elétrica, chamado de *on-grid*, conta com vários componentes importantes, são eles: os módulos fotovoltaicos, que captam a radiação solar e a transformam em corrente contínua (CC); os inversores, que convertem a corrente contínua em corrente alternada (CA), que é a usada na rede elétrica; a estrutura de montagem, que garante que os módulos fiquem bem posicionados, com a inclinação ideal; os dispositivos de proteção, que incluem fusíveis, disjuntores, DPS e chave seccionadora; e o transformador e subestação: usados quando a conexão é feita em média tensão, para adequar a energia à rede da concessionária.

2.3 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

A fim de garantir segurança e conformidade, todo o projeto deve segui normas brasileiras e resoluções específicas, tais como: ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão; ABNT NBR 14039 – Instalações de média tensão (1 a 36,2 kV); ABNT NBR 16690 – Arranjos fotovoltaicos;

Resolução Normativa ANEEL nº 1000/2021; PRODIST – Módulo 3, com os requisitos para geração distribuída.

2.4 INSTALAÇÃO EM SOLO

A instalação dos painéis solares será feita no solo, ideal para locais com bastante espaço livre e sem sombreamento, como em áreas rurais. A estrutura deve ser resistente ao vento, fácil de manter e ajustada à latitude local (cerca de 25° em Foz do Iguaçu). Também é importante deixar espaço entre as fileiras para evitar que um painel faça sombra no outro.

2.5 SUBESTAÇÃO COM TRANSFORMADOR A ÓLEO

Em projetos de porte médio, como o da usina de 500 kVA, é comum usar uma subestação com transformador a óleo. Esse equipamento eleva a tensão de saída dos inversores (normalmente 380 V ou 800 V) para 13,8 kV, que é o padrão da rede de média tensão da distribuidora. A subestação precisa seguir normas técnicas, ter sistema de aterramento conforme a NBR 15751 e respeitar o padrão da concessionária.

3 METODOLOGIA

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

A primeira etapa foi reunir todas as informações necessárias para o projeto, como localização (Foz do Iguaçu - PR), tipo de consumidor (rural), espaço disponível para instalar os módulos, consumo médio de energia e características da rede elétrica local.

3.2 LOCALIZAÇÃO E PERFIL DO CONSUMIDOR

A respeito da localização, a usina será construída no solo, dentro de uma propriedade rural. E em relação ao perfil do consumidor, este pertence ao grupo B (baixa tensão), mas a conexão será feita em média tensão por meio de um transformador particular. A potência de 500 kVA foi escolhida para atender a toda a demanda anual de energia da propriedade, com possibilidade de gerar um pequeno excedente.

3.3 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento do sistema, consideramos:

- Uso de módulos de 550 Wp;
- Potência total do sistema: 500 kVA;
- Número de módulos necessários;
- Escolha dos inversores compatíveis;

- Subestação com transformador para elevar a tensão a 13,8 kV**;**
- Conformidade com normas técnicas (como NBR 16690 e NBR 14039).

3.4 SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A seleção de equipamentos levou em consideração tantos critérios técnicos, como os critérios comerciais, como eficiência, confiabilidade e disponibilidade no mercado nacional. Os principais itens selecionados foram: módulos bifaciais de 550 Wp com eficiência acima de 21%; inversores trifásicos com potência compatível; estruturas metálicas fixas para instalação no solo; transformador a óleo para elevar a tensão; equipamentos de proteção e aterramento conforme exigido pelas normas da ABNT e pela concessionária.

4 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

4.1 CÁLCULO DA DEMANDA DE ENERGIA

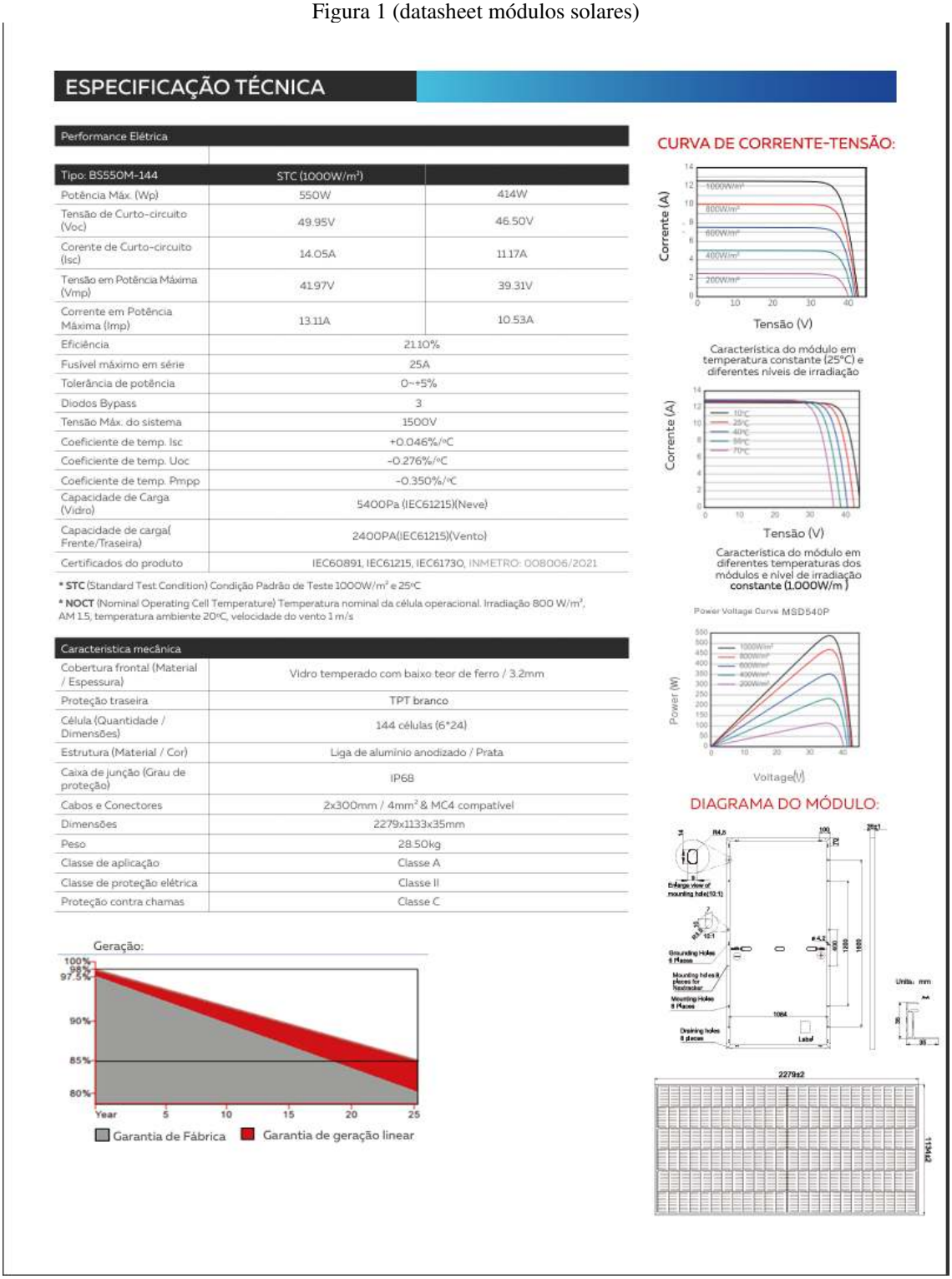
Com base em um fator de potência médio de 0,92, a potência ativa necessária é: Potência ativa (KW): 500 kVA x 0,92 = 460kW**.**

Essa será a base para dimensionar todos os outros componentes do sistema.

4.2 NÚMERO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para realizar o cálculo de números de módulos voltaicos serão utilizados os módulos solares de 550w Bedin, conforme as especificações técnicas na imagem 1, anexada a seguir. (FIGURA 1)

Figura 1 (datasheet módulos solares)



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Performance Elétrica

Tipo: BS550M-144	STC (1000W/m²)	
Potência Máx. (Wp)	550W	414W
Tensão de Curto-circuito (Voc)	49.95V	46.50V
Corente de Curto-circuito (Isc)	14.05A	11.17A
Tensão em Potência Máxima (Vmp)	41.97V	39.31V
Corrente em Potência Máxima (Imp)	13.11A	10.53A
Eficiência	21.10%	
Fusível máximo em série	25A	
Tolerância de potência	0~+5%	
Diodos Bypass	3	
Tensão Máx. do sistema	1500V	
Coeficiente de temp. Isc	+0.046%/°C	
Coeficiente de temp. Uoc	-0.276%/°C	
Coeficiente de temp. Pmpp	-0.350%/°C	
Capacidade de Carga (Vidro)	5400Pa (IEC61215)(Neve)	
Capacidade de carga(Frente/Traseira)	2400PA(IEC61215)(Vento)	
Certificados do produto	IEC60891, IEC61215, IEC61730, INMETRO: 008006/2021	

* **STC** (Standard Test Condition) Condição Padrão de Teste 1000W/m² e 25°C

* **NOCT** (Nominal Operating Cell Temperature) Temperatura nominal da célula operacional. Irradiação 800 W/m², AM 1.5, temperatura ambiente 20°C, velocidade do vento 1 m/s

Característica mecânica

Cobertura frontal (Material / Espessura)	Vidro temperado com baixo teor de ferro / 3.2mm
Proteção traseira	TPT branco
Célula (Quantidade / Dimensões)	144 células (6*24)
Estrutura (Material / Cor)	Liga de alumínio anodizado / Prata
Caixa de junção (Grau de proteção)	IP68
Cabos e Conectores	2x300mm / 4mm² & MC4 compatível
Dimensões	2279x1133x35mm
Peso	28.50kg
Classe de aplicação	Classe A
Classe de proteção elétrica	Classe II
Proteção contra chamas	Classe C

Geração:

CURVA DE CORRENTE-TENSÃO:

Característica do módulo em temperatura constante (25°C) e diferentes níveis de irradiação

Característica do módulo em diferentes temperaturas dos módulos e nível de irradiação constante (1.000W/m²)

DIAGRAMA DO MÓDULO:

Fonte: https://www.bedinsat.com.br

Usando módulos de 550 Wp:

Para descobrir a quantidade de módulos, será utilizado o valor de 450 wp por placa que é a eficiência energética, e 460kw que é o valor de potência que queremos chegar**.**

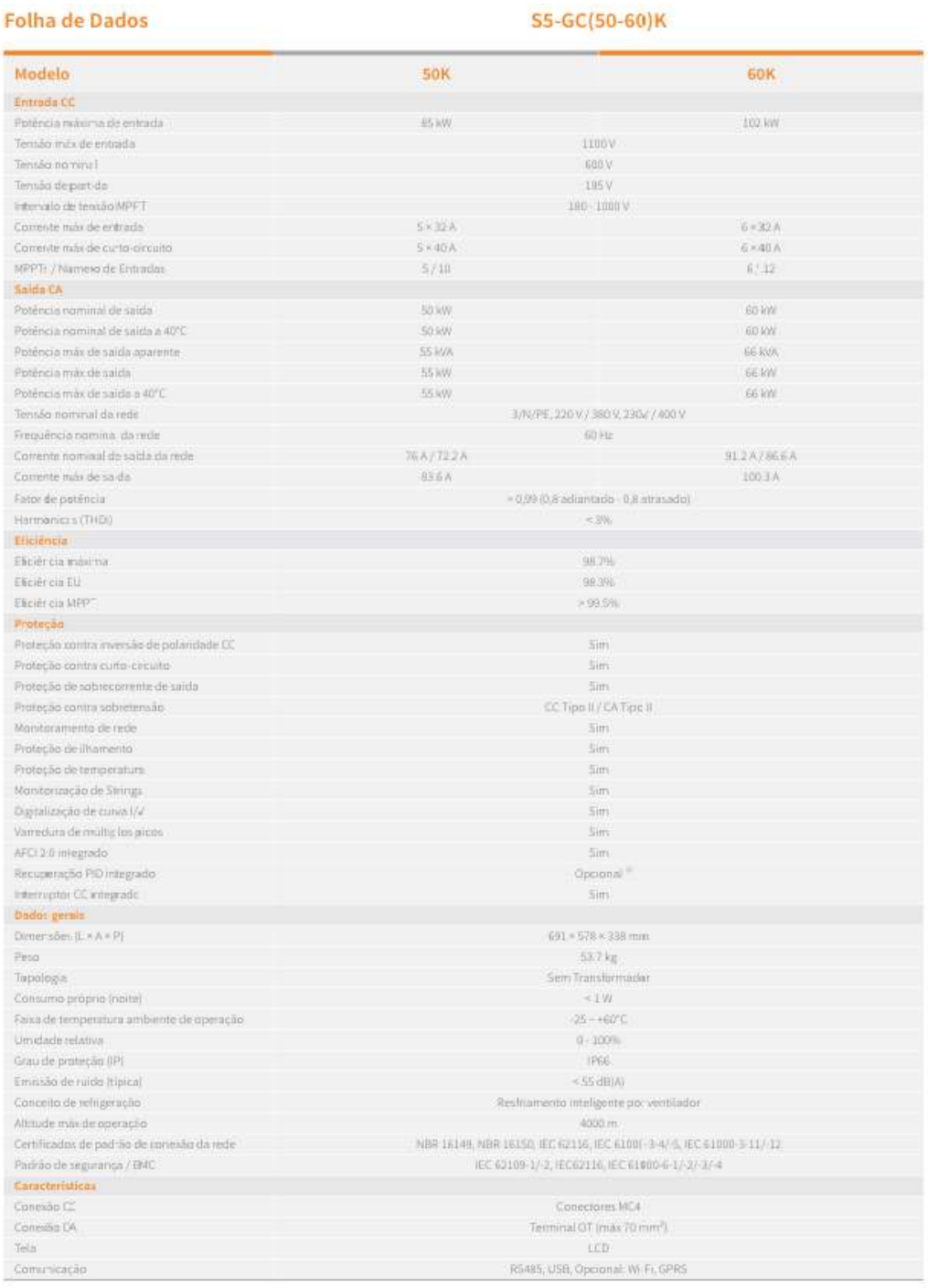
$$\text{Número de módulos} = \frac{460\ kW * 1000}{450\ Wp} = 836 \text{ módulos}$$

Para garantir uma margem de segurança, serão instalados 840 módulos, totalizando 462 kWp de potência instalada**.**

4.3 DIMENSIONAMENTO DOS INVERSORE

Os inversores utilizados serão da marca Solis de 60 KW e segue o datasheet na imagem 2, anexada a seguir. (FIGURA 2)

Figura 2 (datasheet inversor)



Folha de Dados	S5-GC(50-60)K	
Modelo	**50K**	**60K**
Entrada CC		
Potência máxima de entrada	65 kW	102 kW
Tensão máx de entrada	1100 V	
Tensão nominal	600 V	
Tensão de partida	195 V	
Intervalo de tensão MPPT	180 - 1000 V	
Corrente máx de entrada	5 × 32 A	6 × 32 A
Corrente máx de curto-circuito	5 × 40 A	6 × 40 A
MPPTs / Número de Entradas	5 / 10	6 / 12
Saída CA		
Potência nominal de saída	50 kW	60 kW
Potência nominal de saída a 40°C	50 kW	60 kW
Potência máx de saída aparente	55 kVA	66 kVA
Potência máx de saída	55 kW	66 kW
Potência máx de saída a 40°C	55 kW	66 kW
Tensão nominal da rede	3/N/PE, 220 V / 380 V, 230V / 400 V	
Frequência nominal da rede	60 Hz	
Corrente nominal de saída da rede	76 A / 72.2 A	91.2 A / 86.6 A
Corrente máx de saída	83.6 A	100.3 A
Fator de potência	> 0,99 (0,8 adiantado - 0,8 atrasado)	
Harmônicos (THDi)	< 3%	
Eficiência		
Eficiência máxima	98.7%	
Eficiência EU	98.3%	
Eficiência MPPT	> 99.5%	
Proteção		
Proteção contra inversão de polaridade CC	Sim	
Proteção contra curto-circuito	Sim	
Proteção de sobrecorrente de saída	Sim	
Proteção contra sobretensão	CC Tipo II / CA Tipo II	
Monitoramento de rede	Sim	
Proteção de ilhamento	Sim	
Proteção de temperatura	Sim	
Monitorização de Strings	Sim	
Digitalização de curva I/V	Sim	
Varredura de múltiplos picos	Sim	
AFCI 2.0 integrado	Sim	
Recuperação PID integrado	Opcional	
Interruptor CC integrado	Sim	
Dados gerais		
Dimensões (L × A × P)	691 × 578 × 338 mm	
Peso	53.7 kg	
Topologia	Sem Transformador	
Consumo próprio (noite)	< 1 W	
Faixa de temperatura ambiente de operação	-25 ~ +60°C	
Umidade relativa	0 - 100%	
Grau de proteção (IP)	IP66	
Emissão de ruído (típica)	< 55 dB(A)	
Conceito de refrigeração	Resfriamento inteligente por ventilador	
Altitude máx de operação	4000 m	
Certificados de padrão de conexão da rede	NBR 16149, NBR 16150, IEC 62116, IEC 61000-3-4/-5, IEC 61000-3-11/-12	
Padrão de segurança / EMC	IEC 62109-1/-2, IEC62116, IEC 61800-6-1/-2/-3/-4	
Características		
Conexão CC	Conectores MC4	
Conexão CA	Terminal OT (máx 70 mm²)	
Tela	LCD	
Comunicação	RS485, USB, Opcional: Wi-Fi, GPRS	

Fonte: https://www.solisinverters.com/br

Utilizando inversores de 60 kW:

Quantidade de inversores = $\frac{462\ kWp}{60\ kW} = 7{,}7\ inversores$

Portanto, serão usados 8 inversores de 60 kW, somando 480 kW em corrente alternada.

4.4. DISPOSIÇÃO DOS MÓDULOS E ÁREA NECESSÁRIA

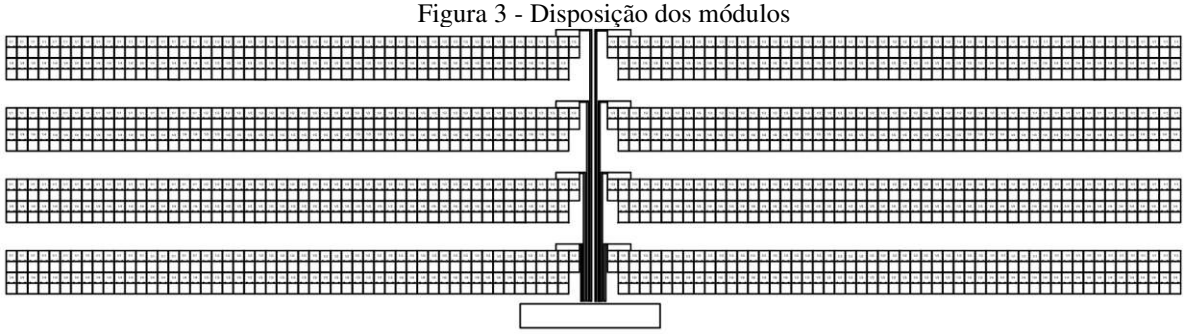
Cada módulo ocupa cerca de 2,3 m². A área total dos painéis é:

Área total dos módulos = 840 * 2,3m² = 1932 m²

Com corredores e espaçamentos, estima-se uma área útil de aproximadamente 4.500m².

A seguir, a imagem 3 demonstra como ficou a distribuição das placas**. (**FIGURA 3)

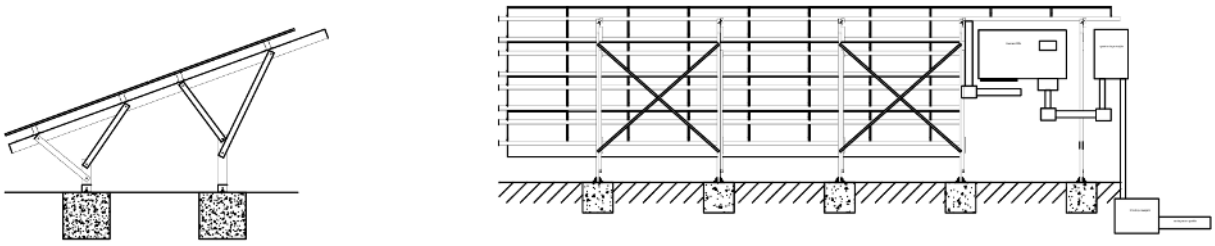
Figura 3 - Disposição dos módulos



Fonte: Elaboração própria

Cada conjunto de placas separadas tem 105 placas, para melhor distribuição dos inversores será separada 5 strings de 18 placas e uma string de 15 placas para cada inversor, os inversores estão localizados atrás da estrutura**,** assim evitando queda de tensão na CC. (FIGURA 4)

Figura 4 - estrutura de solo e local do inversor.



Fonte**:** elaboração própria.

4.5 ESTRUTURA DE FIXAÇÃO E CABEAMENTO

A estrutura será metálica, fixada ao solo. Os cabos serão dimensionados conforme a NBR 16690, o cabo utilizado será cabeamento próprio para solar de 6mm suportando tensões até 1600V por string e perdas inferiores a 1,5%.

5 PROJETO DA SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO

5.1 ATERRAMENTO E PROTEÇÃO

A subestação será do tipo abrigada externa e contará com um transformador a óleo trifásico de 500 kVA. O aterramento será feito com hastes de cobre e condutores nus, conforme a NBR 15751. Também serão instalados dispositivos de proteção como DPS, disjuntores e chave seccionadora.

5.2 DIMENSIONAMENTO DO TRANSFORMADOR

O transformador terá as seguintes características:

- Potência: 500 Kva;
- Tensão primária: 13,8 kV**;**
- Tensão secundária: 800 V (ou 380 V)**;**
- Conexão Dyn5**;**
- Refrigeração: ONAN;
- Frequência: 60 Hz.

5.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Entre os equipamentos usados na subestação, teremos: Disjuntores de média tensão; Religador automático; Fusíveis limitadores; Chave seccionadora sob carga; e Sistema de aterramento com resistência menor que 10 ohms.

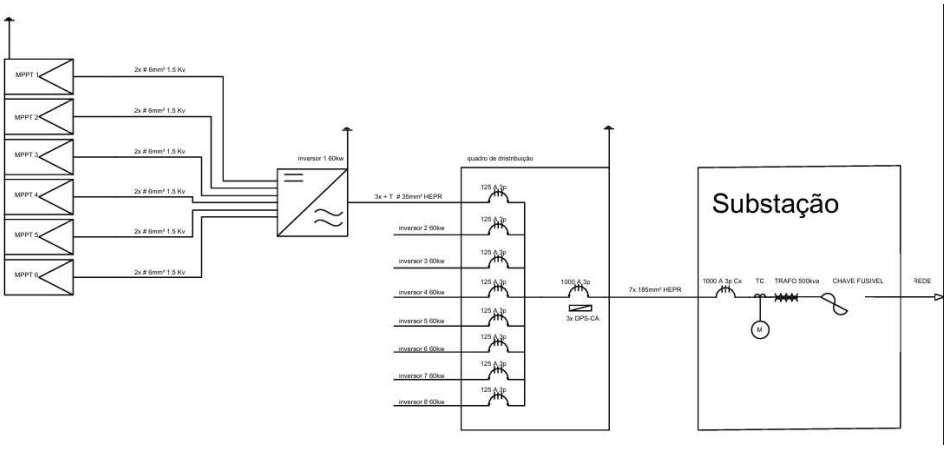
5.4 CONEXÃO COM A CONCESSIONÁRIA

A conexão será feita com a COPEL, e serão exigidos estudos de fluxo de carga, curto-circuito e proteção, além da ART do profissional responsável. O padrão de entrada inclui:

- Poste e caixa de medição.
- Aterramento do neutro.
- Transformador com proteção adequada.

5.5 DIAGRAMA UNIFILAR

Figura 5 - Diagrama unifilar.



Fonte : Elaboração própria.

O diagrama unifilar mostrará todas as conexões do sistema: desde os inversores até a saída para a rede elétrica. O desenho será apresentado nos anexos, conforme a NBR 5444.

6 DESEMPENHO ENERGÉTICO E ESTIMATIVA DE GERAÇÃO

6.1 POTENCIAL SOLAR EM FOZ DO IGUAÇU

Foz do Iguaçu tem uma boa média de irradiação solar: cerca de 5,15 kWh/m²/dia. Esse valor serve como base para calcular quanto o sistema pode gerar de energia ao longo do ano.

6.2 ESTIMATIVA DE GERAÇÃO ANUAL

A fórmula usada é:

$E = P_{inst} * Hsol * PR * 365$

Com:

- E = Energia anual gerada (kWh/ano);
- PR= Performance Ratio (rendimento global do sistema, normalmente entre 0,75 e 0,85);
- P_{inst} = Potência instalada do sistema (kWp);
- $Hsol$ = Irradiação média diária (kWh/m²/dia).

Adotando:

- P_{inst} = 462 kWp;
- $Hsol$ = 5,15 kWh/m²/dia;
- PR = 0,80.

E = 462 * 5,15 * 0,80 * 365 = 692,661 kWp/ano

6.3 PERDAS CONSIDERADAS

O rendimento do sistema leva em conta as seguintes perdas:

- Sujeira: 3%;
- Calor: 4%;
- Mismatch e sombreamento: 2%;
- Conversão e cabeamento: 5%;
- Transformador e proteção: 3%.

6.4 COMPARATIVO COM O CONSUMO

O consumo médio da propriedade é de 55.000 kWh/mês, ou 660.000 kWh/ano.

Como o sistema vai gerar cerca de 692.000 kWh/ano, haverá um pequeno excedente que poderá ser compensado em forma de créditos energéticos.

6.5 GERAÇÃO MENSAL ESTIMADA

A produção varia durante o ano, acompanhando as mudanças na irradiação solar. A média mensal será apresentada em forma de tabela ou gráfico no anexo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho apresentou o projeto completo de uma usina solar fotovoltaica de 500 kVA destinada a um consumidor rural na cidade de Foz do Iguaçu – PR, desde os fundamentos teóricos e técnicos até a viabilidade econômica da implantação.

Desta forma, com base nas análises realizadas, conclui-se que a região possui excelente potencial solar, com média anual de irradiação favorável à geração eficiente de energia. Ainda, pode-se concluir que o sistema fotovoltaico proposto atende à demanda energética da propriedade, com potência instalada de 462 kWp, 840 módulos e 8 inversores de 60 kW. Ademais, a conexão em média tensão com transformador a óleo e subestação adequada garante conformidade com as exigências da concessionária. Não obstante, a geração anual estimada de cerca de 692.661 kWh é suficiente para atender o consumo previsto. Por fim, constata-se a viabilidade econômica é altamente favorável, com retorno do investimento inferior a 3 anos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16690: Sistemas fotovoltaicos – Requisitos de projeto. 2019.

ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. 2004.

ABNT NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão. 2005.

ANEEL. Resolução Normativa nº 1000, de 2021. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos, 2022.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. Normas Técnicas e Requisitos para Conexão à Rede em Média Tensão.

SILVA, J. R. Projeto de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede. 2. ed. São Paulo: Érica, 2021.

TEIXEIRA, M. et al. Energia Solar Fotovoltaica – Fundamentos, Tecnologias e Aplicações. Elsevier, 2020.