



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ARIEL DE SOUSA LEITÃO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO SOLAR NOBRE

Campina Grande, 2021

ARIEL DE SOUSA LEITÃO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: **SOLAR NOBRE**

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenadoria de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Orientador: Montie Alves Vitorino, D. Sc.

Campina Grande, 2021

ARIEL DE SOUSA LEITÃO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: **SOLAR NOBRE**

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenadoria de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Energias Renováveis e Instalações Elétricas

Aprovado em: 18/10/2021

Professor Jalberth Fernandes de Araújo, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Montiê Alves Vitorino, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Masileide, aos meus irmãos, Arielly e Arley e a todos os meus familiares e amigos por todo o apoio durante meus estudos.

Agradeço a minha querida Cibele por todo o amor e amizade durante todos esses anos.

Agradeço aos meus professores e colegas da universidade, especialmente meu orientador, Montiê Alves Vitorino.

RESUMO

Este relatório aborda as principais atividades realizadas pelo aluno Ariel de Sousa Leitão durante o estágio supervisionado na empresa Solar Nobre, na cidade de Campina Grande - PB no período de 14 de junho de 2021 a 17 de setembro de 2021, com carga horária semanal de 20 horas e duração total de 274 horas. O estágio foi realizado sob a supervisão do engenheiro eletricista Eduardo Silva Fernandes e com a orientação do professor Montiê Alves Vitorino.

Palavras-chave: Energia Solar, Solar Nobre, Geração Distribuída.

ABSTRACT

This report presents the main activities performed by the student Ariel de Sousa Leitão during the supervised internship at Solar Nobre, in the city of Campina Grande - PB, from June 14th 2021 to September 17th 2021, with a weekly workload of 20 hours and a total workload of 274 hours. The internship was conducted under the supervision of the electrical engineer Eduardo Silva Fernandes and with the guidance of Professor Montie Alves Vitorino.

Keywords: Solar Energy, Solar Nobre, Distributed Generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Portifólio da Solar Nobre	13
Figura 2 – Escritório da Solar Nobre	14
Figura 3 – Espectro da radiação solar	15
Figura 4 – Variabilidade do fotoperíodo ao longo do ano	16
Figura 5 – Painel fotovoltaico TSM-DE08M(II) 360-380W	17
Figura 6 – Curva I-V de um painel fotovoltaico.....	18
Figura 7 – Inversor trifásico Sofar 10k~15kTL-G2.....	20
Figura 8 – Sistema de compensação de energia elétrica.....	21
Figura 9 – Fluxograma dos projetos	24
Figura 10 – Fatura de energia elétrica	25
Figura 11 – Detalhes da instalação	29
Figura 12 – Plataforma Shine Server	31
Figura 13 – Interface de cadastro.....	31
Figura 14 – <i>Datalogger</i> Growatt	32
Figura 15 – Registradores das linhas MIN/MIC/MID	32
Figura 16 – Menu de dispositivos.....	33
Figura 17 – Painel de configuração	33
Figura 18 – Fachada da unidade consumidora.....	34
Figura 19 – Circuito do projeto.....	36
Figura 20- Placa de advertência.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ajustes recomendados do inversor	30
Tabela 2 – Lista de materiais	35
Tabela 3 – Características dos módulos fotovoltaicos.....	35
Tabela 4 – Características do inversor	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
C.A.	Corrente Alternada
C.C.	Corrente Contínua
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
NBR	Norma Brasileira
NDU	Norma de Distribuição Unificada

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Objetivos	11
1.2	Estrutura do Trabalho.....	11
2	A Empresa.....	13
3	Fundamentação Teórica	15
3.1	Energia Solar Fotovoltaica.....	15
3.2	Painel Fotovoltaico.....	17
3.3	Inversor	19
3.4	Normas e Regulamentos	20
3.4.1	Resoluções Normativas	20
3.4.2	Normas de Distribuição Unificada da Energisa S.A.	22
4	Atividades Desenvolvidas.....	24
4.1	Elaboração de Orçamentos e Projetos.....	24
4.2	Acompanhamento de Obras	28
4.3	Parametrização de Inversores.....	30
4.4	Projeto Fotovoltaico Residencial	34
5	Conclusão.....	38
	Referências.....	39
	Anexo A – Proposta Comercial Solar Nobre.....	40
	Anexo B – Memorial Técnico	50
	Anexo C – Formulário de Solicitação de Acesso	52
	Apêndice A – Projeto Fotovoltaico	53

1 INTRODUÇÃO

Este relatório aborda as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado com duração de 274 horas, realizado no setor de engenharia da Solar Nobre. O período de estágio teve início no dia 14/06/2021 e foi finalizado no dia 17/09/2021, com carga horária de 20 horas semanais. O estágio foi realizado sob supervisão do engenheiro eletricitista Eduardo Silva Fernandes.

Durante o estágio foram desenvolvidas atividades relacionadas a área de geração distribuída fotovoltaica: elaboração de projetos e orçamentos, acompanhamento de obras, parametrização de inversores, vistorias técnicas etc.

1.1 OBJETIVOS

O Estágio Supervisionado tem como objetivo geral proporcionar ao aluno a inserção no mercado de trabalho bem como permitir o desenvolvimento de projetos e atividades a partir dos conhecimentos adquiridos com a realização do curso.

Os objetivos específicos do estágio supervisionado são:

- Complementar o processo de ensino-aprendizagem;
- Desenvolver conhecimentos e habilidades relativas à atividade profissional;

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este documento está dividido em 5 capítulos. No primeiro capítulo, introdutório, é apresentada uma breve contextualização a respeito do estágio supervisionado com a apresentação de seus objetivos e a estrutura deste documento.

No segundo capítulo estão presentes informações sobre a empresa na qual foi realizado o estágio bem como suas instalações.

No terceiro capítulo está presente a fundamentação teórica necessária para a compreensão das atividades desenvolvidas durante o estágio e a elaboração deste relatório.

No quarto capítulo estão descritas as atividades desenvolvidas durante o período de estágio supervisionado.

Por fim, no quinto capítulo estão presentes as conclusões e as considerações finais sobre este trabalho.

2 A EMPRESA

A Solar Nobre foi fundada no ano de 2017, com sede em Campina Grande – PB e filial em Catolé do Rocha – PB, e atua nos estados do Maranhão, Rio Grande do Norte, Piauí, Paraíba, Pernambuco e Sergipe oferecendo serviços de instalações elétricas residenciais, prediais e industriais, elaboração de projetos de subestações, automação residencial e comercial e prestação de consultorias, com foco em projetos de sistemas de geração distribuída fotovoltaica conectada à rede elétrica. Na Figura 1 é apresentado o portfólio da empresa em que constam os seus principais serviços ofertados.

Figura 1 – Portfólio da Solar Nobre.

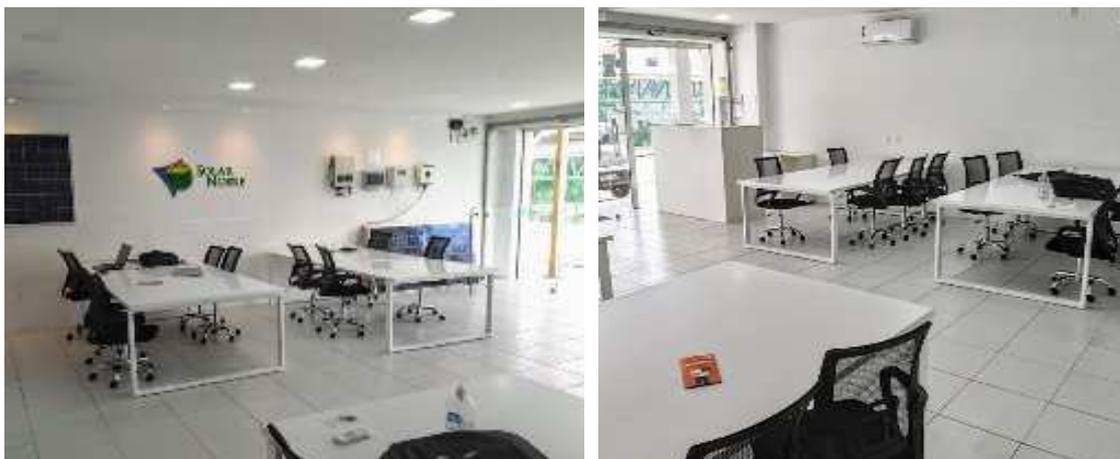


	RESIDENCIAL	PREDIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL
ENERGIA SOLAR	✓	✓	✓	✓
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	✓	✓	✓	✓
PADRONIZAÇÃO ENERGIA	✓	✓	✓	✓
SUBESTAÇÃO	✓	✓	✓	✓
AUTOMAÇÃO	✓	✗	✓	✗
CONSULTORIA TÉCNICA	✓	✓	✓	✗

Fonte: Solar Nobre, 2021.

A empresa se localiza na Rua Dom Pedro II, nº 250, Loja 4, Bairro da Prata em Campina Grande – PB e seu setor de engenharia é composto por um engenheiro eletricista e estagiários do curso de Engenharia Elétrica. Na Figura 2 estão presentes fotografias do escritório da empresa em Campina Grande.

Figura 2 – Escritório da Solar Nobre.



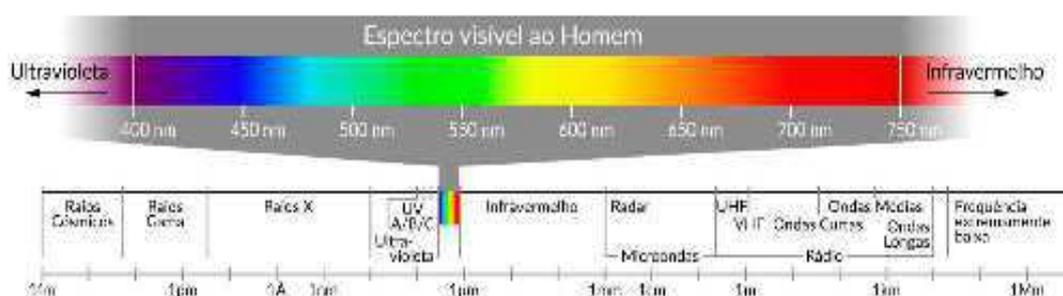
Fonte: Autoria própria.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A faixa do espectro eletromagnético que é coberta pela energia irradiada pelo Sol abrange comprimentos de onda desde o espectro visível até o infravermelho, conforme presente na Figura 3 (PEREIRA, *et al.*, 2017).

Figura 3 – Espectro da radiação solar.



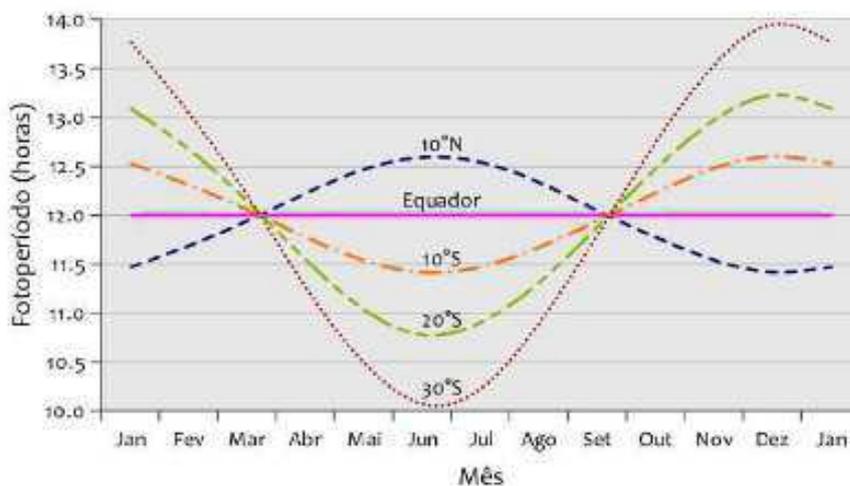
Fonte: PEREIRA *et al.*, 2017.

A irradiância solar, cuja unidade no Sistema Internacional é W/m^2 , é composta pelas componentes direta e difusa. A irradiância solar direta está associada a parcela que não sofreu os processos de absorção e espalhamento na atmosfera. Por outro lado, a componente difusa está relacionada a parcela da radiação proveniente de todas as demais direções oriundas dos processos de espalhamento na atmosfera (PEREIRA *et al.*, 2017).

A disponibilidade da energia irradiada pelo Sol está associada a fatores como a posição relativa entre o Sol e a Terra e a duração do dia, principalmente. Ao longo do período que compreende a órbita da Terra ao redor do Sol, a distância entre esses dois corpos varia entre $1,47 \times 10^8$ km e $1,52 \times 10^8$ km e, por essa razão, a irradiância solar varia entre $1.325 W/m^2$ e $1.412 W/m^2$. Por outro lado, a irradiância também varia em função do ciclo anual e diário, relacionados a inclinação do eixo axial da Terra e ao movimento de rotação do planeta, respectivamente (PEREIRA *et al.*, 2017).

Na Figura 4 está presente a variabilidade da duração do dia ao longo do ano para diferentes latitudes. Essa variação, por sua vez, influencia na energia que pode ser gerada a partir de sistemas fotovoltaicos.

Figura 4 – Variabilidade do fotoperíodo ao longo do ano.



Fonte: PEREIRA *et al.*, 2017.

Segundo Pereira (2019), existem três tipos de subsistemas para a geração de energia solar fotovoltaica: a geração centralizada, os sistemas *off-grid* e os sistemas *on-grid*.

Os sistemas de geração centralizada são caracterizados por grandes usinas afastadas dos centros de consumo e, por essa razão, é necessária a utilização de sistemas de transmissão para que a energia gerada seja disponibilizada ao consumidor final. Em contrapartida, nos sistemas centralizados o custo por MWh gerado é reduzido, sendo essa a sua principal vantagem (CALDAS e MOISÉS, 2016).

Nos sistemas fotovoltaicos *off-grid*, ao contrário dos sistemas centralizados, a geração de energia elétrica ocorre próximo aos centros consumidores. Para isso são utilizadas baterias com o objetivo de armazenar a energia que é gerada durante o dia de modo a garantir o suprimento durante os períodos de baixa irradiação, uma vez que, nesses sistemas, não há conexão direta entre a unidade consumidora e o sistema de distribuição de energia elétrica (PEREIRA, 2019).

De modo semelhante, nos sistemas *on-grid* a geração de energia elétrica também ocorre próxima aos consumidores finais. A principal diferença entre os sistemas *off-grid* e *on-grid* é que, nos sistemas do tipo *on-grid*, há uma conexão direta entre a unidade consumidora e o sistema de distribuição de energia elétrica. Desse modo, o fornecimento de energia é garantido mesmo nos períodos de baixa irradiação solar sem a necessidade do uso de baterias. Além disso, nos momentos em que a energia gerada é maior que o consumo local da instalação, a energia excedente é enviada à rede de distribuição (CALDAS e MOISÉS, 2016).

Nas próximas seções serão detalhados os principais equipamentos e dispositivos empregados nos sistemas de geração distribuída fotovoltaica.

3.2 PAINEL FOTOVOLTAICO

Os painéis fotovoltaicos são compostos por células fotovoltaicas, dispositivos que convertem a energia luminosa em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Essas células são compostas de materiais semicondutores e podem ser de diversos tipos, de acordo com o material utilizado (SOUZA, 2017).

A seguir estão listados alguns dos principais tipos de células fotovoltaicas utilizadas na construção de painéis fotovoltaicos:

- Célula fotovoltaica de silício cristalizado;
- Célula fotovoltaica de silício monocristalino;
- Célula fotovoltaica de silício policristalino;
- Célula fotovoltaica de película fina.

Os painéis fotovoltaicos são formados por células fotovoltaicas conectadas em série, de modo a elevar a tensão, ou em paralelo, elevando a corrente elétrica. Além disso, a eficiência dos painéis fotovoltaicos varia entre 20% e 22% (SOUZA, 2017).

Na Figura 5 está presente um painel fotovoltaico do tipo monocristalino fabricado pela Trina Solar.

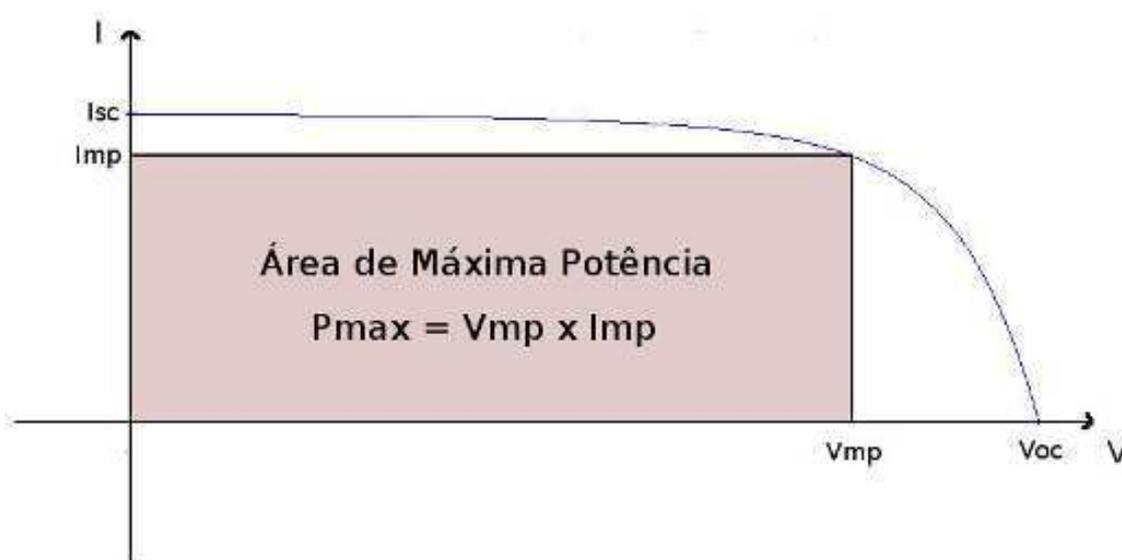
Figura 5 – Painel fotovoltaico TSM-DE08M(II) 360-380W.



Fonte: Trina Solar, 2021.

Uma característica importante dos painéis fotovoltaicos é a sua curva I-V. A curva I-V revela o comportamento corrente-tensão do painel para diferentes cargas resistivas de conectadas em seus terminais. Portanto, o produto entre a tensão e a corrente em um dado ponto da curva é a potência fornecida pelo painel a carga associada a esse ponto (CARVALHO, 2014). Na Figura 6 está presente uma curva I-V de um painel fotovoltaico, em que está destacado o ponto em que o sistema atinge sua máxima potência, em que I_{sc} é a corrente de curto-circuito, I_{mp} é a corrente de máxima potência, V_{oc} é a tensão de circuito aberto e V_{mp} é a tensão de máxima potência.

Figura 6 – Curva I-V de um painel fotovoltaico.



Fonte: CARVALHO, 2014.

Segundo Carvalho (2014), por meio da curva I-V é possível obter grandezas relevantes em relação ao funcionamento dos painéis fotovoltaicos, listadas a seguir:

- Corrente de curto-circuito: corrente que surge ao serem fechados os terminais do painel, ou seja, equivalente a uma resistência de carga nula. Graficamente, é o ponto de interseção entre a curva e o eixo das correntes;
- Tensão de circuito aberto: é a tensão que surge ao abrir os terminais do painel, ou seja, equivalente a uma resistência de carga infinita. Graficamente, é o ponto de interseção entre a curva e o eixo das tensões;
- Ponto de máxima potência: é o ponto da curva onde o produto entre a corrente e a tensão é máximo, ou seja, é a máxima potência que o painel fotovoltaico é capaz de fornecer à carga.

A tensão de circuito aberto de um painel fotovoltaico varia com a temperatura da célula. Com o aumento da temperatura, provocado pelo calor gerado internamente durante a operação do equipamento ou devido a fatores ambientais, a tensão de circuito aberto do painel diminui. De modo semelhante, a irradiância também influencia no funcionamento dos módulos, reduzindo a corrente elétrica (SOUZA, 2017).

3.3 INVERSOR

O condicionamento da energia gerada pelos painéis fotovoltaicos é realizado por meio dos inversores. Os inversores são dispositivos eletrônicos que fornecem energia elétrica em corrente alternada a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua. Além disso, nos sistemas do tipo *on-grid*, em que a geração fotovoltaica é conectada ao sistema de distribuição de energia elétrica, a tensão de saída do inversor deve estar em sincronia com a tensão da rede. Usualmente, são utilizados inversores monofásicos para conexão à rede de potências individuais de até 5 kW. Para valores de potência superiores, normalmente são utilizados inversores trifásicos (PINHO e GALDINO, 2014).

As principais características dos inversores relacionadas ao projeto de sistemas de geração distribuída fotovoltaica estão descritas a seguir:

- Potência nominal de saída: potência que o inversor pode fornecer à carga em regime contínuo;
- Tensão de entrada: tensão C.C. de entrada do inversor;
- Tensão de saída: tensão C.A. de saída do inversor;
- Fator de potência: o fator de potência do inversor deve ser compatível com o fator de potência desejado para as cargas;
- Autoconsumo: potência elétrica consumida pelo inversor mesmo quando nenhuma carga está sendo alimentada por ele.

Segundo Pinho e Galdino (2014), os inversores utilizados nos sistemas fotovoltaicos possuem as seguintes proteções:

- Sobretensão na entrada C.C.;

- Inversão de polaridade na entrada C.C.;
- Curto-circuito na saída C.A.;
- Sobrecarga e elevação de temperatura.

Na Figura 7 está apresentado um inversor utilizado em projetos de geração distribuída fotovoltaica do tipo *on-grid*.

Figura 7 – Inversor trifásico Sofar 10k~15kTL-G2.



Fonte: Sofar, 2021.

3.4 NORMAS E REGULAMENTOS

3.4.1 RESOLUÇÕES NORMATIVAS

A Resolução Normativa nº 482/2012 estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2012). No ano de 2015, a ANEEL realizou mudanças na resolução citada anteriormente por meio da Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015).

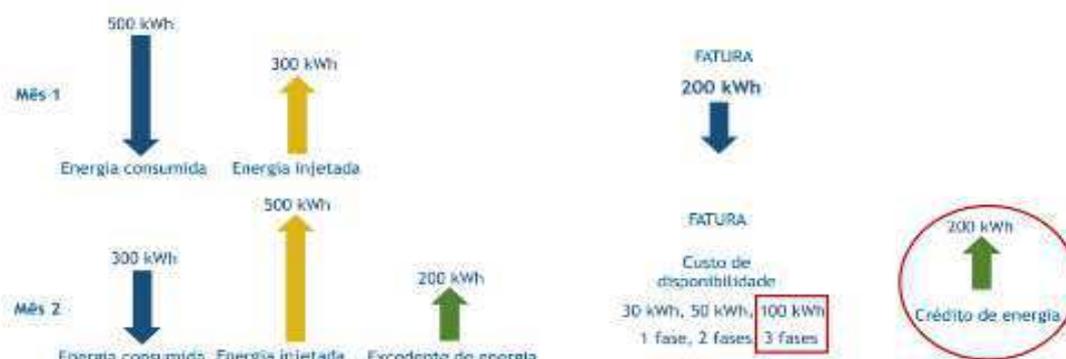
A partir dessas duas normas, estabeleceu-se os seguintes conceitos:

- Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

- Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa;
- Autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

No sistema de compensação de energia elétrica, a energia elétrica gerada em uma unidade consumidora é usada para abater o consumo de energia elétrica da unidade. Ou seja, nos momentos em que o consumo da unidade geradora é inferior à sua geração, usualmente durante o dia, a energia excedente é enviada à rede de distribuição local, gerando créditos ao consumidor; durante a noite, momento em que, usualmente, a geração é inferior ao consumo das unidades consumidoras, a energia elétrica é provida pela concessionária local. Dessa forma, ao final do mês, constará apenas a diferença na fatura, com os créditos já sendo abatidos em forma de kWh. Na Figura 8 está presente um exemplo do funcionamento do sistema de compensação de energia elétrica.

Figura 8 – Sistema de compensação de energia elétrica.



Apesar da possibilidade de compensação da totalidade do consumo de energia elétrica de uma unidade, o valor monetário da fatura nunca é zerado, uma vez que é cobrado a taxa referente ao custo de disponibilidade, que varia conforme o tipo de ligação, listado a seguir:

- Monofásico: 30 kWh;
- Bifásico: 50 kWh;
- Trifásico: 100 kWh.

3.4.2 NORMAS DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA DA ENERGISA S.A.

Na elaboração de projetos de geração distribuída fotovoltaica no estado da Paraíba, além das Resoluções Normativas nº 482/2012 e nº 687/2015, devem ser observadas as diretrizes estabelecidas nas Normas de Distribuição Unificada nº 001 e nº 013 do Grupo Energisa S.A.

A Norma de Distribuição Unificada 001 apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para projetos e execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW (ENERGISA, 2020). Nesta norma são definidos conceitos importantes relativos as instalações referentes ao aterramento, sistema de medição, consumidor, proteção, ligação, padrão de entrada, limites de atendimento etc.

Por sua vez, a Norma de Distribuição Unificada 013 apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a conexão de geradores à rede de distribuição de Baixa de Tensão. Ela tem como objetivo estabelecer padrões e procedimentos de acesso, critérios técnicos, operacionais e o relacionamento operacional envolvidos na conexão de consumidores, atendidos em baixa tensão, que utilizem cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica, observando as exigências técnicas e de segurança recomendadas (ENERGISA, 2019). Entre os tópicos abrangidos por essa norma, os principais são referentes às condições gerais de fornecimento, procedimentos de acesso e solicitação de acesso, documentação necessária na elaboração do projeto, requisitos de qualidade, requisitos de segurança etc.

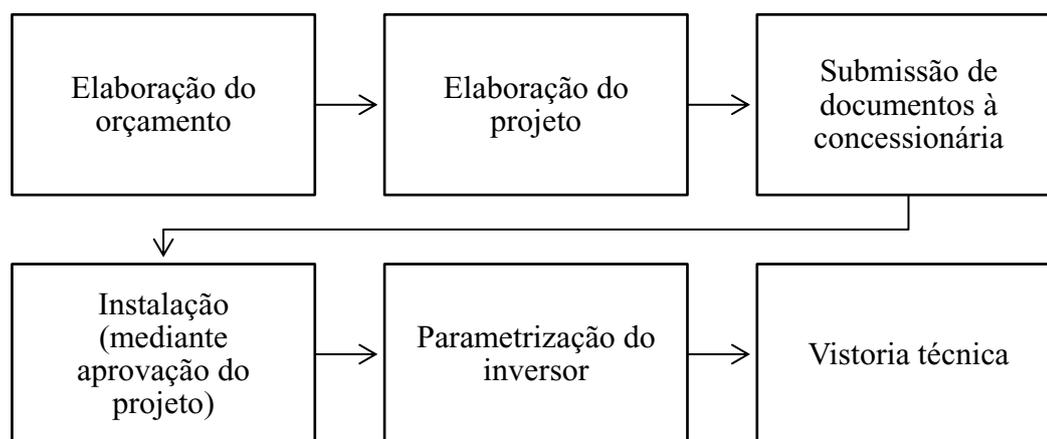
Os projetos fotovoltaicos elaborados devem ser enviados a concessionária local para avaliação da conformidade em relação as normas citadas anteriormente. Caso o

projeto não apresente inconformidades, é autorizado o início da execução da instalação na unidade consumidora.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

De modo geral, o processo de elaboração e execução de projetos de geração distribuída fotovoltaica ocorre conforme o fluxograma presente na Figura 9.

Figura 9 – Fluxograma dos projetos.



Fonte: Autoria própria.

Ao todo, durante a vigência do estágio, foram elaborados 15 projetos fotovoltaicos. Nas seções a seguir serão abordados algumas das etapas realizadas durante o estágio presentes no fluxograma da figura anterior.

4.1 ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS E PROJETOS

O dimensionamento dos equipamentos utilizados na instalação e, conseqüentemente, a elaboração dos orçamentos dos projetos fotovoltaicos é realizado em função do padrão de consumo da unidade consumidora. Na fatura de energia elétrica está presente a maior parte das informações necessárias para o dimensionamento do sistema fotovoltaico: histórico de consumo dos últimos 12 meses, localização, tipo de ligação etc. Na Figura 10 está apresentado um exemplo da fatura de energia elétrica de uma unidade consumidora monofásica sem sistema de geração distribuída.

Além das informações presentes na fatura de energia elétrica da unidade consumidora, também são repassadas às empresas especializadas informações relativas ao tipo de telhado (cerâmica, cimento, fibrocimento etc.), que influencia no material utilizada na instalação dos painéis, e sobre a orientação do telhado (norte, sul, leste ou oeste), que influencia na incidência solar ao longo do ano.

Considerando uma unidade consumidora cujo consumo mensal médio é igual a 1826,42 kWh, por exemplo, e considerando que sua ligação seja do tipo trifásica (custo de disponibilidade referente a 100 kWh), calcula-se a geração necessária (P_G) conforme presente na Equação (1):

$$P_G = 1826,42 \text{ kWh} - 100 \text{ kWh} = 1726,42 \text{ kWh} \quad (1)$$

Portanto, o cálculo da potência teórica do sistema fotovoltaico é realizado a partir da Equação (2).

$$P_{FV} = \frac{P_G \cdot 12}{I_{rr} \cdot F} \quad (2)$$

Em que:

P_{FV} - Potência do Sistema (kWp);

I_{rr} - Radiação solar local (kWh/m²/ano);

F - Fator de performance do sistema (em porcentagem).

A quantidade de módulos fotovoltaicos, por sua vez, é determinada de modo a atender a potência do sistema calculada na Equação (2). Na Equação (3) está presente o cálculo da quantidade de painéis fotovoltaicos a serem utilizados no projeto.

$$N = \frac{P_{FV}}{P_m} \quad (3)$$

Em que N é a quantidade de módulos e P_m é a potência nominal do módulo escolhido.

Para a definição do inversor é preciso observar a tensão de atendimento da unidade consumidora bem como o seu tipo (monofásico, bifásico ou trifásico), verificar a quantidade de *Maximum Power Point Trackings* (MPPTs, ou Rastreamento do Ponto de Máxima Potência, em tradução livre) disponíveis e o limite de potência. A potência nominal do inversor pode ser de até 30% inferior que a potência do painel solar, de forma

a otimizar o inversor, resultando em uma máxima geração de energia elétrica (SOLIS ENERGIA, 2021). Na Equação (4) está presente o cálculo para o dimensionamento do inversor, em que P_{inv} é a sua potência nominal.

$$P_{inv} = 0,70 \cdot N \cdot P_m \quad (4)$$

Na norma brasileira NBR 5410 é indicado que, em instalações com mais de uma alimentação (pública e local), a distribuição de cada uma delas deve ser disposta separadamente. Portanto, são utilizados dois quadros de proteção separados: um no lado de corrente contínua e outro no lado de corrente alternada (CARI, 2021). Do lado de corrente contínua, são dimensionados os seguintes dispositivos de proteção: fusíveis e dispositivos de proteção contra surto de tensão.

A função dos fusíveis é proteger os módulos de uma série fotovoltaica contra uma possível corrente reversa vinda de outra série de painéis. De modo geral, são utilizados fusíveis em sistemas com três ou mais circuitos em paralelo. A corrente nominal dos fusíveis deve atender aos critérios presentes na Equação (5).

$$1,5 \cdot I_{sc} < I_n < 2,4 \cdot I_{sc} \quad (5)$$

Em que:

I_{sc} – Corrente de curto-circuito dos módulos fotovoltaicos;

I_n – Corrente nominal dos fusíveis.

Além dos requisitos de corrente nominal, a tensão nominal dos fusíveis deve ser, no mínimo, igual a máxima tensão de saída da série fotovoltaica.

A norma NBR 5410 indica a obrigatoriedade de dispositivos de proteção contra surto de tensão para instalações alimentadas por redes aéreas e parte de instalações situadas no exterior de edificações, caso das instalações fotovoltaicas. Além disso, esses dispositivos devem ser instalados próximos aos inversores e deve ser utilizado um para cada entrada do inversor (CARI, 2021).

A tensão máxima de operação do dispositivo de proteção contra surtos de tensão é calculado como, pelo menos, 110% do seu valor de operação nominal. O uso desses dispositivos da classe I é necessário apenas quando a estrutura dos módulos fotovoltaicos estiver ligada a um sistema de proteção contra descargas atmosféricas pré-existente na instalação. Nos demais casos, utiliza-se a classe II. Por fim, a corrente máxima de

descarga desses dispositivos é, tipicamente, igual a 40 kA ou 45 kA para os elementos da classe II, e igual a 60 kA ou 65 kA para os elementos da classe I.

Do lado de corrente alternada, são dimensionados os seguintes dispositivos de proteção: dispositivos de proteção contra surto e disjuntores.

Os dispositivos de proteção contra surto do lado de corrente alternada são, geralmente, os memos em todas as edificações. A classe utilizada é a II, uma vez que o quadro é localizado no interior da instalação, a tensão nominal é de 275 V e a corrente máxima de 45 kA, valores comerciais típicos.

No Anexo A está presente uma proposta de projeto fotovoltaico de 5 kWp em que podem ser observados todos os dispositivos utilizados na instalação. No Apêndice A está presente um projeto fotovoltaico conforme solicitado pela concessionária de energia local.

4.2 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS

Durante o acompanhamento das obras são verificadas se as instalações seguem as diretrizes estabelecidas nas Resoluções Normativas nº 482/2015 e nº 687/2015 bem como nas Normas de Distribuição Unificada 001 e 013.

Para que o projeto seja aprovado pela concessionária, é preciso que não haja erros ou divergências nos documentos enviados. Na submissão em microgeração, principal foco de venda da empresa, é necessário enviar para a concessionária de energia os seguintes documentos:

- Memorial técnico para projeto elétrico de Geração Distribuída (Anexo B);
- Formulário de solicitação de acesso para microgeração distribuída (Anexo C);
- ART do responsável técnico do projeto e instalação do sistema de microgeração;
- Projeto elétrico das instalações de conexão, contendo: planta de situação, diagrama unifilar/trifilar, *layout* e manual com folha de dados (datasheet) do(s) inversor(es);
- Certificados de conformidade dos inversores ou o número de registro de concessão do INMETRO do(s) inversor(es);

- Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos;
- Formulário de troca de padrão, caso necessário;
- Autorização de uso de área comum em condomínio, caso necessário;
- Contrato de aluguel ou arrendamento da unidade consumidora, caso necessário;
- Formulário de ligação nova, caso necessário;

Além dos itens citados anteriormente, durante o acompanhamento das obras é verificado se os dispositivos de proteção do lado de corrente alternada e do lado de corrente contínua estão de acordo com o especificado no projeto e se eles estão instalados de maneira adequada. Na Figura 11 estão presentes fotografias realizadas durante o acompanhamento da instalação de projetos desenvolvidos durante o estágio.

Figura 11 – Detalhes da instalação.



Fonte: Autoria própria.

Na seção seguinte é apresentado o procedimento de parametrização dos inversores conforme estabelecido na Norma de Distribuição Unificada 013 do Grupo Energisa S.A., um dos fatores observados no acompanhamento das obras.

4.3 PARAMETRIZAÇÃO DE INVERSORES

Na Norma de Distribuição Unificada 013 do Grupo Energia S.A. são estabelecidos os parâmetros de funcionamento dos inversores utilizados nos sistemas de geração distribuída fotovoltaica, conforme presente na Tabela 1.

Tabela 1 - Ajustes recomendados do inversor.

Item	Parâmetros	Tempo de atuação
Tensão no ponto de conexão	$V < 80\% (0,8 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s
Tensão no ponto de conexão	$V < 110\% (1,1 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s
Regime normal de operação	$80\% \leq V \leq 110\%$	-
Subfrequência	$f < 57,5 \text{ Hz}$	Desligar em 0,2 s
Sobrefrequência	$f > 62,0 \text{ Hz}$	Desligar em 0,2 s
Frequência nominal da rede	$f = 60 \text{ Hz}$	-
Após a perda da rede (ilhamento), deverá interromper o fornecimento de energia a rede:	Ilhamento	Interromper em até 2s
Após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede, religar:	Reconexão	Após 180s

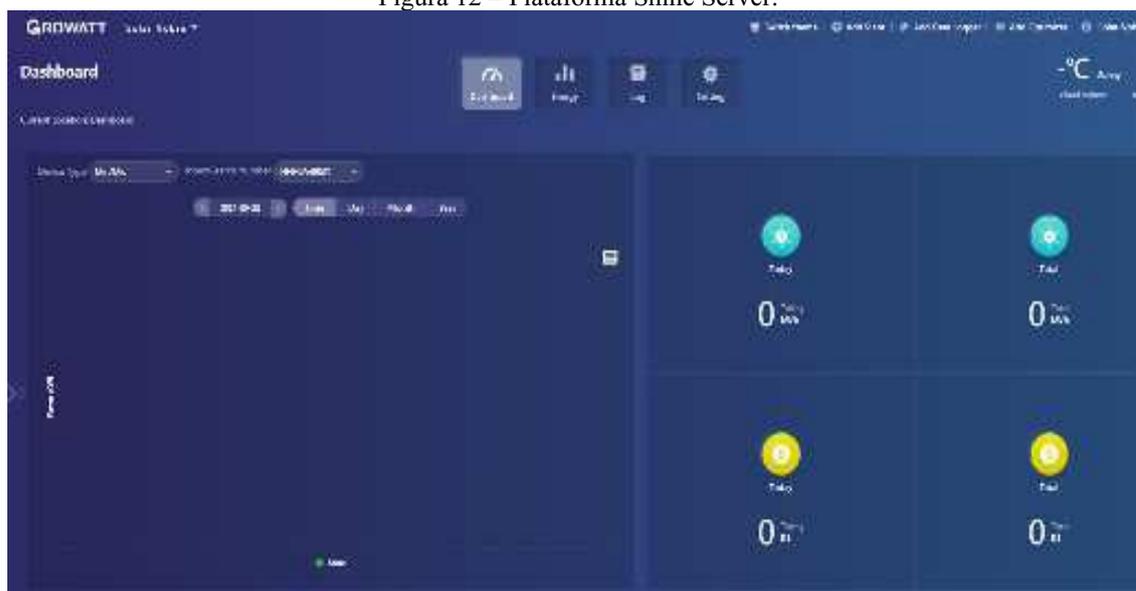
Fonte: Adaptado de Energisa, 2019.

Será descrito o procedimento de parametrização dos inversores da Growatt, um dos principais fornecedores da região. O procedimento realizado para os inversores de outras empresas é similar.

Inicialmente, para que seja possível alterar os parâmetros do inversor, é necessário cadastrar o usuário do equipamento na plataforma Shine Server, apresentada na

Figura 12. Para o cadastro, são informados dados referentes a localização da instalação, telefone e e-mail de contato do usuário, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 12 – Plataforma Shine Server.



Fonte: Growatt, 2021.

Figura 13 – Interface de cadastro.

Nome	Instalado	Instalado
Nome	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Usuário	Não mais do que 30 caracteres	<input type="text"/>
Série	Não menos de 8 dígitos	<input type="text"/>
Senha	Não menos de 6 dígitos	<input type="text"/>
Idioma	English	<input type="text"/>
Telefone	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E-mail	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Código de instalador	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fonte: Growatt, 2021.

O dispositivo responsável pela comunicação entre o inversor e a plataforma Shine Server é o *datalogger* apresentado na Figura 14, que é conectado ao inversor. Durante o processo de cadastro do usuário também deve ser informado o código referente ao *datalogger* utilizado, caso contrário não será possível configurar o equipamento de modo remoto.

Figura 14 – Datalogger Growatt.



Fonte: Growatt, 2021.

Com a etapa de cadastro finalizada e o *datalogger* devidamente conectado ao inversor, é possível configurar o equipamento por meio da plataforma Shine Server. Para isso, devem ser consultadas as tabelas de registradores referentes ao modelo de inversor utilizado na instalação. Como exemplo, na Figura 15 estão presentes os registradores para as linhas MIN/MIC/MID da fabricante Growatt.

Figura 15 – Registradores das linhas MIN/MIC/MID.

Valor de Registro	Nome	Unidade	Multiplicador
2	Memorizar Configuração		
3	Porcentagem de Potência de saída	%	
5	Fator de Potência		
18	Tempo de Início	Seg	
19	Atraso para Reinício após falta	Seg	
45	Ano		
46	Mês		
47	Dia		
48	Hora		
49	Minuto		
52	Subtensão R1	V	0,1
53	Sobretensão R1	V	0,1
54	Subfrequência R1	Hz	0,01
55	Sobrefrequência R1	Hz	0,01
56	Subtensão R2	V	0,1
57	Sobretensão R2	V	0,1
58	Subfrequência R2	Hz	0,01
59	Sobrefrequência R2	Hz	0,01
64	Tensão mínima para reconexão	V	0,1
65	Tensão máxima para reconexão	V	0,1
66	Freq. mínima para reconexão	Hz	0,01
67	Freq. máxima para reconexão	Hz	0,01
68	Tempo de atuação subtensão R1	Ciclo	
69	Tempo de atuação sobretensão R1	Ciclo	
70	Tempo de atuação subtensão R2	Ciclo	
71	Tempo de atuação sobretensão R2	Ciclo	
72	Tempo de atuação subfrequência R1	Ciclo	
73	Tempo de atuação sobrefrequência R1	Ciclo	
74	Tempo de atuação subfrequência R2	Ciclo	
75	Tempo de atuação sobrefrequência R2	Ciclo	

Fonte: Growatt, 2021.

Em seguida, na plataforma Shine Server deve se acessado o painel de configuração do inversor conforme mostrado na Figura 16.

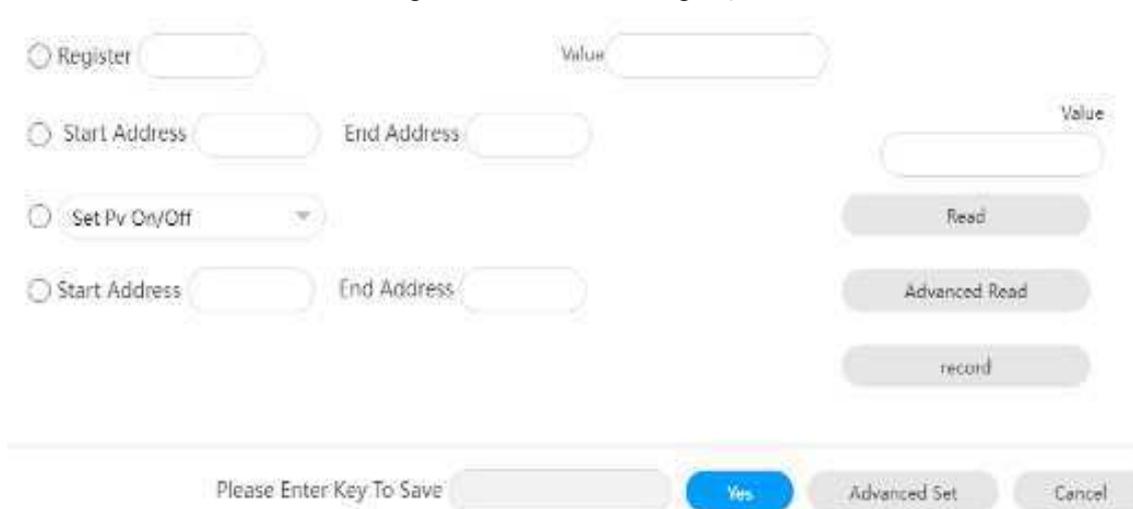
Figura 16 – Menu de dispositivos.



Fonte: Growatt, 2021.

Finalmente, os valores desejados devem ser preenchidos na janela que é aberta, conforme mostrado na Figura 17. O campo “*Register*” deve ser preenchido com o código do parâmetro que se deseja alterar, conforme Figura 15, e o campo “*Value*” deve ser preenchido com o valor desejado, conforme Tabela 1. Deve-se atentar aos multiplicadores associados a cada registrador no momento de preencher os campos. Ao finalizar o processo de configuração do inversor, deve-se clicar no campo “*yes*” e confirmar a operação.

Figura 17 – Painel de configuração.



Fonte: Growatt, 2021.

No painel de configuração da Figura 17 também é possível verificar os valores correntes de cada um dos registradores do inversor. Para tanto, basta informar o número do registrador correspondente ao parâmetro que se deseja verificar nos campos “*Start Address*” e “*End Address*” e clicar em “*Advanced Read*”.

Para todas as operações na plataforma Shine Server é necessário informar uma senha que é alterada todos os dias. Por padrão, nos inversores da Growatt a senha é

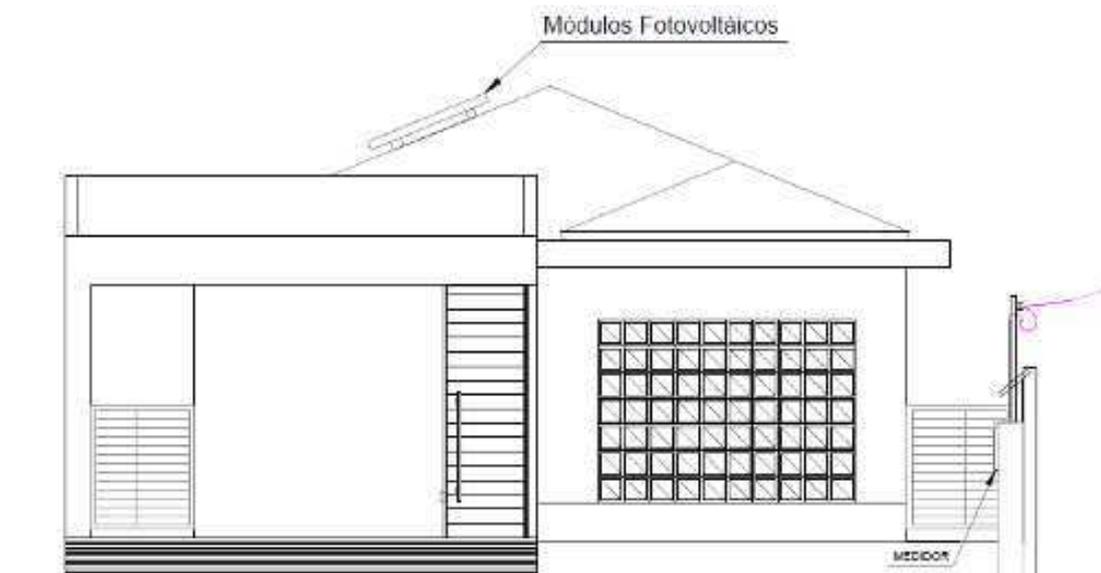
“growatt” seguido da data atual ao contrário. Por exemplo, no dia 28 de fevereiro de 2021, a senha será “growatt20210928”.

4.4 PROJETO FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL

Nesta seção está apresentado o processo de elaboração de um projeto de geração distribuída fotovoltaica desenvolvido durante o estágio como parte das atividades desenvolvidas.

A unidade consumidora em questão é uma residência localizada em um condomínio no bairro Itararé em Campina Grande. Sua categoria de atendimento é T1 (potência instalada inferior a 23 kW e atendimento trifásico). Na Figura 18 é apresentada a fachada da unidade consumidora com destaque para a localização dos módulos fotovoltaicos.

Figura 18 – Fachada da unidade consumidora.



Fonte: Autoria própria.

O consumo médio mensal da residência é igual a 79 kWh, porém, há previsão de aumento de carga para os meses seguintes após a instalação dos equipamentos. Portanto, com base no consumo mensal e na localização da unidade consumidora, os equipamentos de geração e proteção foram dimensionados conforme descrito anteriormente. A lista com os equipamentos utilizados está presente na Tabela 2. Os dispositivos de proteção necessários na elaboração do projeto estão presentes internamente no próprio inversor, dispensando sua necessidade de modo separado.

Tabela 2 – Lista de materiais.

Item	Quantidade
Módulo Trina TSM-DE08MII 375W 120 cel.	6
Inversor Growatt MIC2000TL-X 2kW	1
Perfil Ceramic Rooftop 2,10m	4
Perfil Ceramic Rooftop 1,50m	3
Cabo solar 6mm preto	50m
Cabo solar 6mm vermelho	50m
Terminal final 2.0 35mm	4
Terminal intermediário 2.0 35mm	10
Par de conectores	2

Fonte: Autoria própria.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas as principais características dos módulos fotovoltaicos e do inversor utilizados neste projeto, presentes em suas folhas de dados disponibilizadas pelos respectivos fabricantes.

Tabela 3 – Características dos módulos fotovoltaicos.

Item	Descrição
Fabricante	Trina Solar
Modelo	TSM-375DE08M(II)
Tipo	Monocristalino
Potência nominal	375 W
Tensão de circuito aberto	41,6 V
Corrente de curto-circuito	11,45 A

Fonte: Autoria própria.

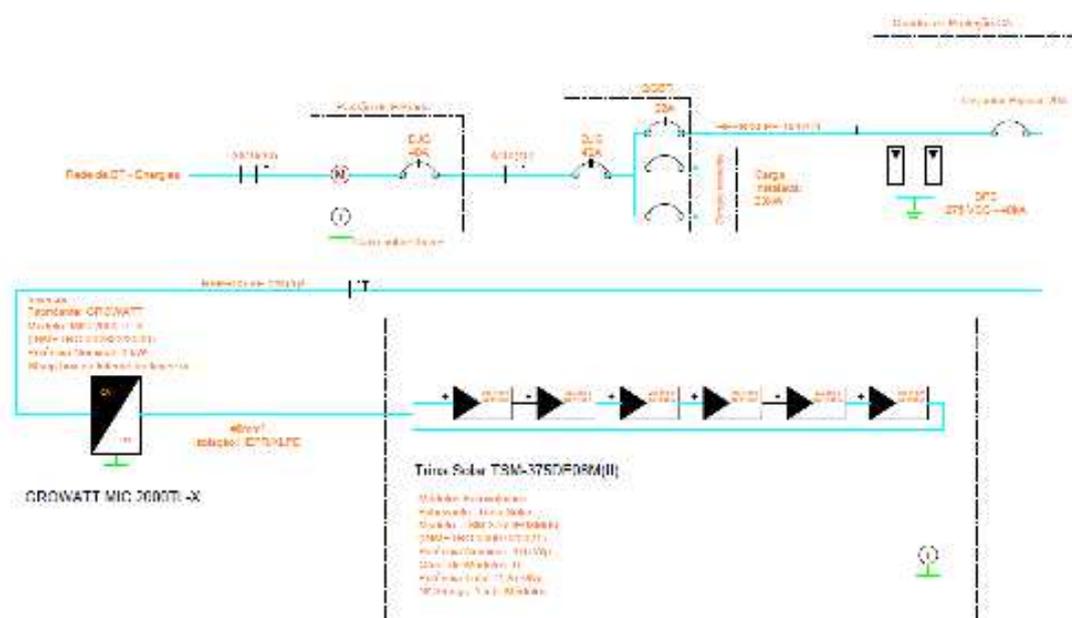
Tabela 4 – Características do inversor.

Item	Descrição
Fabricante	Growatt
Modelo	MIC 2000TL-X
Tipo	Monofásico
Máxima tensão CC	500 V
Corrente máxima de entrada	13 A
Nº de entradas	1
Potência nominal de saída	2000 W
Corrente máxima de saída	9,5 A
Tensão nominal de saída	180 V - 280 V
Frequência	50Hz/60Hz \pm 5Hz
THDI	< 3%

Fonte: Autoria própria.

Para a definição do *layout* a ser utilizado no circuito da instalação devem ser observados os limites máximos de tensão e corrente CC do inversor, relativos aos dados de tensão de circuito aberto e corrente de curto-circuito dos módulos fotovoltaicos, respectivamente. O circuito adotado utilizado neste projeto é apresentado na Figura 19, em que os seis módulos são conectados em série na entrada do inversor. No circuito do projeto estão presentes o arranjo dos painéis fotovoltaicos, os quadros de proteção do lado C.C. e do lado C.A., o quadro geral de baixa tensão da unidade consumidora e o quadro de medição de energia, além das informações relativas aos equipamentos utilizados.

Figura 19 – Circuito do projeto.



Fonte: Autoria própria.

Conforme pode ser visto no circuito do projeto, foram omitidas as informações referentes aos elementos de proteção do lado C.C. Isso se deve ao fato de, neste inversor específico, as proteções necessárias estão localizadas em seu interior, dispensando a necessidade de um quadro de proteção externo. Além disso, o disjuntor do lado C.A. foi dimensionado de acordo com a máxima corrente de saída do inversor (considerando uma margem de segurança de 20%).

Por fim, foi colocado uma placa com os dizeres “CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA”, confeccionada em policarbonato com proteção anti-UV com espessura mínima de 1 mm, conforme exigido pela Norma de Distribuição Unificada 013 do Grupo Energisa S.A., conforme o modelo da Figura 20.

Figura 20- Placa de advertência.



Fonte: Energisa, 2019.

Por fim, atendendo a todos os requisitos estabelecidos, o projeto foi aprovado na vistoria técnica e houve a conexão do sistema de geração com a rede de distribuição de energia elétrica. O projeto completo desta residência, encontra-se no Apêndice A.

5 CONCLUSÃO

A realização do estágio se mostrou essencial como forma de desenvolver experiências profissionais de forma prática bem como ferramenta de aplicação dos conceitos e conteúdos abordados ao longo do curso em projetos reais.

Foi evidente a importância de muitos conceitos e conteúdos abordados ao longo das disciplinas da graduação, principalmente referentes as disciplinas de Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos, Eletrônica de Potência, Proteção de Sistemas Elétricos, Gerenciamento de Energia, entre outras, em conjunto com seus respectivos laboratórios.

Por fim, o estágio curricular obrigatório cumpre seu objetivo uma vez que possibilita aos alunos a inserção no mercado de trabalho e o desenvolvimento de projetos a partir dos conhecimentos adquiridos durante o curso.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482**. ANEEL. 2012.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 687**. ANEEL. 2015.

CALDAS, H. H. S.; MOISÉS, A. L. S. Geração Fotovoltaica Distribuída: Estudo de Caso para Consumidores Residenciais de Salvador – Ba. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, n. 1, p. 164-180, 2016.

CARI, E. P. T. **Introdução à Sistemas Fotovoltaicos**: Dimensionamento e Instalação. 6^a. ed. São Carlos: USP, 2021.

CARVALHO, A. L. C. D. **Metodologia para análise, caracterização e simulação de células fotovoltaicas**. Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte. 2014.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada 013**. Energisa. 2019.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada 001**. Energisa. 2020.

GROWATT. **Leitura e alteração de parâmetros**. Growatt. 2021.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. INPE. São José dos Campos. 2017.

PEREIRA, N. X. **Desafios e Perspectivas da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Geração Distribuída Vs Geração Centralizada**. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Dissertação de Mestrado. Sorocaba. 2019.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito. Rio de Janeiro. 2014.

SOLIS ENERGIA. Vale a pena investir em um inversor maior do que eu preciso?, 2021. Disponível em: <<https://solisenergia.com.br/vale-a-pena-investir-no-inversor-maior-do-que-eu-preciso/>>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

SOUZA, R. D. Célula Fotovoltaica. **BlueSol Energia Solar**, 2017. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>>. Acesso em: 15 Setembro 2021.

ANEXO A – PROPOSTA COMERCIAL SOLAR NOBRE



ENERGIA SOLAR
SERVIÇOS ELÉTRICOS



CONFORTO PARA A SUA FAMÍLIA
ECONOMIA PARA SEU NEGÓCIO

Economize até
95%
em sua conta
de energia



Proposta comercial Nº83
Sistema Fotovoltaico de 4.50kWp

Matriz: DOM PEDRO II, LOJA 4, 250- CENTRO. Campina Grande - PB - 83 - 999460497

Filial: Avenida deputado Américo Maia, nº 45 centro - Catolândia do Rocha - PB

 SOLARNOBRE



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

ITENS INCLUSOS NA PROPOSTA:

Equipamentos do sistema de Geração fotovoltaica

Estrutura de Fixação

Equipamentos de proteção

Projeto elétrico fotovoltaico com

planta de situação

Homologação como concessionária local

Instalação do sistema fotovoltaico

Sistema de Monitoramento Wifi



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

DADOS DO CLIENTE

Nome:	Bolivar Ponciano Goulart de Lima Damasceno
CPF/CNPJ :	916.167.514-87
Telefone:	(83) 9 9137-0168
E mail:	bolivarpglid@hotmail.com

APRESENTAÇÃO

Este documento tem como objetivo tratar sobre a descrição, garantia e vida útil, geração de energia, reforma e adequação, equipamentos, análise financeira, fluxo de caixa e condições comerciais de um projeto de um Sistema gerador de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica de alta performance, conectado à rede elétrica da Distribuidora local (on Grid Tie) em Campina Grande - PB.

DESCRIÇÃO

Sistema gerador de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica de alta performance, conectado à rede elétrica da Distribuidora local (on Grid Tie), composto por módulos solares fotovoltaicos, inversores de corrente contínua para corrente alternada, caixa de proteção de CC e CA, estruturas de suporte em alumínio, cabos próprios para sistemas solares e conectores originais MC4.

GARANTIA E VIDA ÚTIL

Módulos solares fotovoltaicos policristalinos de 360/425 Watts pico, ou monocristalinos de 380/385 Watts pico, certificados pelo Inmetro com nível A em eficiência energética, com Garantia de 25 anos com geração mínima de 86% de energia elétrica (Garantia Linear, conforme Ficha Técnica anexo), 12 anos contra defeito de fabricação e vida útil aproximada de 30 anos. Inversor fotovoltaico com garantia de 5 anos contra defeitos de fabricação, 7 anos de garantia quando registrado. Estruturas de suporte, cabos e conectores feitos para durar toda a vida útil do sistema (30 anos). Caixa de proteção com garantia de fábrica de 1 ano.



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

Geraçõ de Energia

Potência: 5.0 kWp

Estimativa de geraçõ anual: 6.627 kWh

Geraçõ média mensal: 626 kWh

Estimativa mensal de geraçõ	
Janeiro	630 kWh
Fevereiro	590 kWh
Março	620 kWh
Abril	579 kWh
Maio	560kWh
Junho	497 kWh
Julho	520 kWh
Agosto	600 kWh
Setembro	602 kWh
Outubro	700 kWh
Novembro	720 kWh
Dezembro	690 kWh



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

REFORMA E ADEQUAÇÃO:

Para a instalação do sistema, o local precisará passar por algumas reformas para que o sistema atinja o padrão de qualidade e de funcionamento previsto pela empresa. A reforma acontecerá desde o quadro de distribuição, onde serão instalados dispositivos de proteção AC, até a estrutura de fixação, seja ela em telhado ou laje. O projeto conta ainda com a adequação do local para a instalação dos inversores de frequência e a passagem do cabeamento do quadro de distribuição até o quadro de proteção AC/DC (string Box), tal reforma já encontra-se inclusa no valor final do sistema.

Toda e qualquer reforma não mencionada acima, como eletrodutos embutidos, reformas estruturais em telhado e trocas de rede elétrica do local, assim como seus respectivos dispositivos de proteção, são de total responsabilidade do cliente. Caso seja desejado, será acordado, em parte, as reformas necessárias.

Em caso de estrutura de solo, é necessário um investimento sobre a segurança da estrutura com a formação de bases em concreto para garantir a melhor fixação das treliças em alumínio ou aço galvanizado. Tal investimento não está incluso no orçamento acima.



ENERGIA SOLAR

SERVIÇOS ELÉTRICOS

Equipamentos

KIT PREMIUM

Título	Descrição	Qte
Módulos		
	MÓDULO FV TRINA MONO PERC 375WP HALFCELL	14
String Boxes		
	STRING BOX SICES_ONESTO - 2 CORDAS E 2 SAIDAS - 23ONE2C2S011	1
Estruturas		
	SICES SOLAR PERFIL CERAMIC ROOFTOP 2,10MT - 9PI000000000053	10
	SICES SOLAR PERFIL CERAMIC ROOFTOP 1,57MT	1
	Terminal Final Sices 2.0 40mm	4
	Terminal Intermediário Sices 2.0 40mm	18
	SICES SOLAR PARAFUSO ESTRUTURAL - AISI 316 - M10X250 - ROSCA SEM FIM	16
	SICES SOLAR 2.0 JUNÇÃO CERAMIC ROOFTOP	10
	SICES SOLAR PORCA M10 INOX A2 - 2606SSP108	16
	SICES SOLAR PARAFUSO CABECA MARTELO M10 28/15 - 2605SSPCM106	16
Variedades		
	CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC PT ABNT NBR 16612	60
	CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC VM ABNT NBR 16612	60
	PAR CONECTORES FV FEMEA/ MACHO	4
Inversores		
	GROWATT 5KW-10 ANOS DE GARANTIA	1
SERVIÇOS		
	PROJETO, INSTALAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO	1
VALOR FINAL		
	A VISTA	15.000,00
	BV FINANCEIRA 60X R\$	



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS



Fluxo de caixa

Caixa acumulado: 844.017,14
Valor presente líquido: 149.235,04
Taxa interna de retorno (TIR): 33
Payback Simples: 3 Anos e 8 Meses

Ano	Valor
1	R\$ -24.614,80
2	R\$ -18.704,16
3	R\$ -12.235,73
4	R\$ -5.157,07
5	R\$ 2.589,19
6	R\$ 11.065,78
7	R\$ 20.341,30
8	R\$ 30.490,78
9	R\$ 41.596,25
10	R\$ 53.747,41
11	R\$ 67.042,35
12	R\$ 81.588,31
13	R\$ 97.502,55
14	R\$ 114.913,26
15	R\$ 133.960,59
16	R\$ 154.797,76
17	R\$ 177.592,27
18	R\$ 202.527,21
19	R\$ 229.802,73
20	R\$ 259.637,59
21	R\$ 292.270,90



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

22	R\$ 327.964,00
23	R\$ 367.002,52
24	R\$ 409.698,61
25	R\$ 456.393,40

ANÁLISE FINANCEIRA

O sistema acima possui um custo final de 24.614,80 para a implantação. Contudo, uma vez que avaliado as condições de pagamento é importante explicitar o retorno financeiro que tal sistema irá refletir em sua conta de energia, além da sua importante contribuição para o meio ambiente.

Desta forma, calculando o payback composto com base na inflação anual, no valor do kWh/m², s, e no investimento proposto, chega-se à conclusão dada na tabela abaixo:

Valor da Proposta	24.614,80
Tempo de Vida do projeto	30
Inflação anual	10
Perda de Eficiência ao longo da vida	15
Preço atual kWh + Impostos	0,83
Caixa Acumulado	844.017,14
Valor Presente Líquido	149.235,04
Taxa de Retorno	33
Payback Simples	3 Anos e 8 Meses

GRÁFICO DE PAYBACK E RETORNO FINANCEIRO





ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS



Retorno sustentável



Geração compartilhada



Durabilidade resistência (garanti de 25 anos) e vida útil de 30 anos



valorização do imóvel



Energia excedente é convertida em créditos



Instalação rápida



Tendo sido esclarecido sobre todos os pontos do orçamento acima, confirmo o desejo de realizar a instalação solar fotovoltaica do meu estabelecimento, e de acordo com o orçamento acima, autorizo a Solar Nobre Energia Solar e Serviços Elétricos, a dar andamento sobre o projeto acima, seja pela forma de pagamento a vista ou cartão de crédito ou pelo processo de financiamento, onde a mesma se responsabiliza por solucionar toda e qualquer burocracia junto a financeira para a viabilidade da instalação do mesmo.

Eduardo Silva Fernandes

Diretor Geral- CEO SOLAR NOBRE

Cliente

ANEXO B – MEMORIAL TÉCNICO

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD) SOLAR						
Nome do Projeto:		Endereço do Beneficiário:				
Medição, Proteção, Distribuição, Aterramento e Sinalização						
DADOS DO INSTALADOR						
RG/DTI	CPF		RUE/PROF		CNPJ	
ENDREÇO	TEL/FAX		E-MAIL		CEP	
BAIRRO	CIDADE		ESTADO		UF	
DADOS DA UNIDADE						
ENDREÇO	CPF		RUE/PROF		CNPJ	
BAIRRO	CIDADE		ESTADO		UF	
Dados da Unidade Consumidora Geradora						
SITUAÇÃO CONSUMIDORA EXISTENTE			Situação:			
Data de Início da Geração			Período de Geração			
Aterramento e/ou aterramento de GD			Tipo de Aterramento			
TENSÃO			SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO			
Número de Unidades						
Descrição dos dados de unidade de geração						
DESCRIÇÃO ABREVIDADA DAS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DO CONSUMIDOR (GD)						
UF		N.º de Contadores		RUE		N.º de Contadores
DADOS DO NÍVEL TÉCNICO						
RG/DTI	CPF		RUE/PROF		CNPJ	
ENDREÇO	TEL/FAX		E-MAIL		CEP	
BAIRRO	CIDADE		ESTADO		UF	
PARAR AQUI						

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD) SOLAR			
Informações Das Placas			
Quantidade das Placas		Área das Placas	
Potência Individual das Placas (Wp)		Quantidade de Placas	
Potência Total da Geração (Wp)		Área Total das Placas (m ²)	
Localização da Instalação das placas			
Informações Dos Inversores			
Fabricante do Inversor		Modelo do Inversor	
Potência Individual dos Inversores (W)		Quantidade de Inversores	
Potência Total dos Inversores (W)		Localidade dos Inversores	
Área de Inversor - De acordo com o fabricante e placa modelo		Certificação	
Dimensões mínimas do equipamento de proteção			
Ajustes Recomendados das Proteções - Parametrização do Inversor			
Descrição	Parâmetros	Tempo de Atuação	
Tensão no ponto de conexão	$V = 90\% \text{ U.T.F. } \pm 5\%$	Desligar em 0,2 s	
Tensão no ponto de conexão	$V = 110\% \text{ (1,1 U.T.F.)}$	Desligar em 0,2 s	
Frequência Nominal de Operação	$60 \text{ Hz } \pm 5\%$	Contínuo normal	
IdMáxAdmit	$I = 115\% \text{ IN}$	Desligar em 0,2 s	
IdMáxAdmitC	$I = 110\% \text{ IN}$	Desligar em 0,2 s	
Frequência Nominal de Rede	$f = 60 \text{ Hz}$	Contínuo normal	
Ativação de rede (Inversor), de acordo com o fabricante e placa modelo	Fixado	Inferior em 0,2 s	
Ativação de rede (controle externo de tensão e frequência de rede, rd/pe)	Fixado	Até 100s	
NOTAS			
1. Os inversores deverão ser instalados em local de fácil acesso para manutenção, onde o eixo do inversor deverá ficar a uma altura mínima de 1,50m do piso acabado ou seu equivalente.			
2. Para a instalação de medição deverá ser instalada uma placa de identificação com as seguintes características: "CONTADOR - 4.500 de CÍCLOS ÚTILIZADO - GERAÇÃO PD/PM/PL"			
3. A placa de identificação deverá ser confeccionada em PVC ou acrílico com espessura mínima de 3mm conforme modelo apresentado no documento 1E, anexado à Norma Técnica 112.			
4. Para a rede de medição monofásica deverá ser instalado o caixa de medição trifásico, porém manifestando suporte ao medidor trifásico.			
Observações de projeto:			
FABRIZO OLIVEIRA			

ANEXO C – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO

SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM POTÊNCIA IGUAL OU INFERIOR A 10kW			
1. IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC			
Código da UC:			Classe:
Título da UC:			
Endereço:			
NP:		Cidade:	
E-mail:		UF:	
Telefone:		Celular:	
CNPJ/CPF:			
2. DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC			
Potência Instalada (kW):		Tensão de Alimentação:	
Tipo de Consumo:	Residencial <input type="checkbox"/>	Comércio <input type="checkbox"/>	Indústria <input type="checkbox"/>
Tipo de Serviço:	Aluguel <input type="checkbox"/>	Subterrâneo <input type="checkbox"/>	
3. DADOS DA GERAÇÃO			
Potência Instalada de Geração (kWp):			
Tipo de Fonte de Geração:	Solar <input type="checkbox"/>	Eólica <input type="checkbox"/>	Biomassa <input type="checkbox"/>
	Outro <input type="checkbox"/>	Outro (especificar):	
4. DECLARAÇÕES E DECLARAÇÕES			
<input type="checkbox"/>	1. AET de Responsável (assinado pelo Projeto elétrico e homologado de acordo de interposição);		
<input type="checkbox"/>	2. Declaração AET (atualização de geração) Presença (gerador, se for o caso) (verificação e homologação de interligação);		
<input type="checkbox"/>	3. Certificação de qualificação (para investidores) ou número de Registro de concessão de INTERFERÊNCIA (para a cidade) Manual de conexão com a rede;		
<input type="checkbox"/>	4. Dados necessários ao Registro da Central Geradora conforme etapa 4.6. no site do ANEEL: www.aneel.gov.br/eng		
<input type="checkbox"/>	5. Licença de Unidade Consumidora participativa no sistema de compensação de energia (depende a possibilidade de saldo de créditos e a enquadramento conforme artigos VI e VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012);		
<input type="checkbox"/>	6. Cópia do documento que comparece e contém o de solidariedade entre as instâncias (se houver);		
<input type="checkbox"/>	7. Documento que comprov o reconhecimento pela ANEEL da geração qualificada (se houver).		
5. CONTATOS NA DISTRIBUIDORA (PREENCHER DE ACORDO COM A REALIDADE)			
Responsável Área:			
Endereço:			
Telefone:		E-mail:	
6. DADOS DO SOLICITANTE			
Nome/Pessoa Jurídica:			
Telefone:		E-mail:	
Assinatura:	Carimbo (Assinatura - DC)		
Assinatura:	Assinatura do Responsável		

APÊNDICE A – PROJETO FOTOVOLTAICO

NOTAS OBRIGATÓRIAS

1. O Inversor será instalado em local de fácil acesso;
2. Somente deverá injetar energia na rede elétrica após a instalação do medidor bidirecional por parte da Energisa;
3. O padrão de entrada de energia está em condições técnicas e de conservação próprias para a instalação do medidor de energia;
4. As instalações serão executadas de acordo com a NBR-5410 e 14039 da ABNT;
5. Todos os disjuntores serão certificados pelo IMETRO;
6. A aprovação da vistoria pela Energisa, referente a obra deste projeto, fica condicionada a apresentação da ART/TRT (Anotação de Responsabilidade Técnica/ Termo de Responsabilidade Técnica) de execução visada no CREA/CTF da localidade;
7. A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC/acrílico com espessura mínima de 1mm

BREVE DESCRITIVO DO EMPREENDIMENTO

O projeto prevê a instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica conectado ao sistema de distribuição de BT da Energisa para acesso a microgeração, com potência instalada menor que 75 kW. O projeto tem como finalidade atender a residência registrada pelo nº da LC PRINCIPAL 52161953-9, fazendo conexão com a rede elétrica da concessionária e participar do sistema de compensação através da modalidade GERAÇÃO NA PRÓPRIA UC.

LEGENDA E ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> DIS.JUNTOR MONOPOLAR DIS.JUNTOR BIPOLAR DIS.JUNTOR TRIPOLAR DIS.JUNTOR QUADRIPOLAR DPS CA DPS CC MEDIDOR BIDIRECIONAL ATERRAMENTO | <ul style="list-style-type: none"> QUADRO DE PROTEÇÃO INVERSOR CC/CA GROWATT MIC 2000TL-X PLACA SOLAR 375 W TRINA SOLAR TSM-375DE08M(II) |
|--|--|

DADOS DO PROJETO:

Endereço: AV. JOÃO WALLIG, 2405, ITARARE, QUADRA H1, LOTE 17 - 58.411-160

Cidade / Setor: CAMPINA GRANDE - PB

Proprietário: ANTONIO SIMÕES MENEZES

Autor do Projeto: EDUARDO SILVA FERNANDES

Interessado: ANTONIO SIMÕES MENEZES

Autor do Projeto

162031492-4 Nº CREA:

Interessado

Nº ART:

VISTORIADO E APROVADO POR:

DATA: ____/____/____	APROVADO POR:
ANALISADO POR:	

O acessante deve solicitar a vistoria à distribuidora acessada em até 120 (cento e vinte) dias após a emissão do parecer de acesso. A inobservância do prazo estabelecido acima implica na perda das condições de conexão estabelecidas no parecer de acesso, exceto se um novo prazo for pactuado entre as partes.

PROJETO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

01

Diagrama Unifilar
Plantas baixa, de 1º pavimento (Inversor, QPCC e QPCA) e de situação
Fachada Frontal (localização dos módulos)
Detalhe do ponto de acesso, medição bidirecional e aterramento

A1 - Preto e Branco

Escala: Sem Escala Data Completa: Setembro, 2021 Desenho: Solar Nobre

DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

