



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

NATHANAEL PEREIRA SILVA

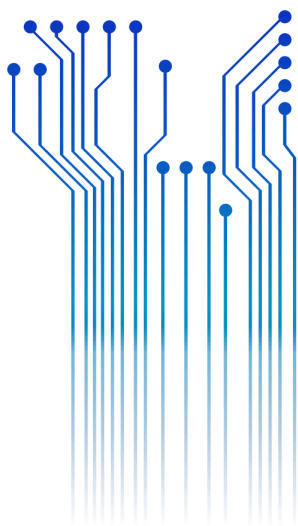


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SOLAR NOBRE



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2022

NATHANAEL PEREIRA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SOLAR NOBRE

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso 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: Sistemas Fotovoltaicos e Instalações Elétricas

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Orientador

Campina Grande
2022

NATHANAEL PEREIRA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SOLAR NOBRE

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso 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: Sistemas Fotovoltaicos e Instalações Elétricas

Aprovado em 05 de abril de 2022.

Professora Raquel Aline Araújo Rodrigues Felix, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador, UFCG

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho a Deus e aos meus pais,
Ednaldo e Socorro pelo total apoio e
compreensão durante toda a graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por me permitir chegar até aqui e me fazer acreditar e confiar nos momentos mais difíceis, sem Ele eu não teria chegado tão longe.

Agradeço aos meus pais, Ednaldo e Socorro, por todo o apoio durante os meus estudos, gratidão aos meus irmãos Déborah e Nathan por sempre estarem por perto nos diversos momentos desta jornada.

Agradeço a todos os meus colegas de estágio que tive o prazer de conhecer e conviver em especial a Patrick pela amizade que se estende desde o início da graduação.

Agradeço ao engenheiro Eduardo Fernandes pela oportunidade, por todo apoio e ensinamento ao longo do estágio. Agradeço aos funcionários da Solar Nobre em especial Paulo Victor pelas longas conversas e momentos de descontração.

Gratidão a todos os professores do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) que fizeram parte da minha formação em especial, o meu professor e orientador Célio Anésio, pelo conhecimento transmitido ao longo da graduação.

*“[Eu] Pensava que nós
seguíamos caminhos
já feitos, mas parece
que não os há. O nosso
ir faz o caminho.”*

C. S. Lewis.

RESUMO

Neste relatório, são descritas as principais atividades desenvolvidas pelo aluno Nathanael Pereira Silva, durante o estágio supervisionado na empresa Solar Nobre no período de 22 de novembro de 2021 a 01 de abril de 2022, com carga horária semanal de 25 horas e duração total de 467 horas. O estágio foi realizado no setor de projetos e gestão da empresa, sob supervisão do engenheiro eletricista Eduardo Silva Fernandes e com orientação do professor Célio Anésio da Silva. As principais atividades realizadas envolveram a elaboração de projetos fotovoltaicos e instalações elétricas. Com a conclusão do estágio foi possível obter conhecimentos nas áreas de energia fotovoltaica, elaboração de projetos, instalações elétricas como também na área de gestão de empresas.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica, Instalações Elétricas, Projetos, Solar Nobre.

ABSTRACT

In this report, the main activities developed by the student Nathanael Pereira Silva are described, during the supervised internship at the company Solar Nobre from November 22, 2021 to April 1, 2022, with a weekly workload of 25 hours and a total duration of 467 hours. The internship was carried out in the project and management sector of the company, under the supervision of the electrical engineer Eduardo Silva Fernandes and with the guidance of Professor Célio Anésio da Silva. The main activities carried out involved the elaboration of photovoltaic projects and electrical installations. With the conclusion of the internship, it was possible to obtain knowledge in the areas of photovoltaic energy, project development, electrical installations as well as in the area of business management.

Keywords: Photovoltaic Energy, Electrical Installations, Projects, Solar Nobre.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Escritório da Solar Nobre.	15
Figura 2 - Estrutura organizacional da Solar Nobre.	16
Figura 3 - Espectro da radiação solar incluindo um detalhamento da faixa visível humana.	17
Figura 4 - O efeito fotovoltaico.	18
Figura 5 - Pannel fotovoltaico TR72M510-530W.	19
Figura 6 - Curva I-V do pannel fotovoltaico.	20
Figura 7 - Inversor trifásico solar 5 kW MIN5000TL-X.	21
Figura 8 - Fluxograma dos projetos.	25
Figura 9 - Fatura mensal.	27
Figura 10 - Simulador da Aldo Solar.	28
Figura 11 - Fachada frontal.	29
Figura 12 - Diagrama unifilar.	31
Figura 13 - Placa de advertência.	32
Figura 14 - Instalação dos painéis fotovoltaicos.	33
Figura 15 - Instalação do inversor.	33
Figura 16 - Quadro de distribuição da unidade consumidora.	34
Figura 17 - Interface inicial da plataforma <i>Shine Server</i>	34
Figura 18 - Interface de cadastro.	35
Figura 19 - Interface de configuração dos parâmetros.	36
Figura 20 - Diagrama unifilar - Supermercado.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de materiais	30
Tabela 2 - Dados técnicos inversor Growatt MIN5000TL-X.....	30
Tabela 3 - Dados técnicos módulo fotovoltaico JNKO SOLAR.....	30
Tabela 4 - Ajustes recomendados das proteções - parametrização do inversor.....	35
Tabela 5 - Resumo da carga instalada.	37
Tabela 6 - Cálculo demanda individual.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
DEE	Departamento de Engenharia Elétrica
DPS	Dispositivos de Proteção contra Surtos
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
GD	Geração Distribuída
NBR	Norma Brasileira
MPPT	<i>Maximum Power Point Trackings</i>
NDU	Norma de Distribuição Unificada
PERS	Programa de Energia Renovável Social
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SI	Sistema Internacional de Unidades
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
UC	Unidade Consumidora
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
Lista de Ilustrações.....	ix
Lista de Tabelas.....	x
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	xi
Sumário.....	xii
1 Introdução.....	14
1.1 Apresentação da Empresa Solar Nobre.....	15
1.2 Estrutura deste Relatório.....	16
2 Embasamento Teórico.....	17
2.1 Energia Solar Fotovoltaica.....	17
2.2 Sistemas Fotovoltaicos.....	18
2.2.1 Módulo Fotovoltaico.....	19
2.2.2 Inversor.....	20
2.3 Normas e Regulamentos.....	22
2.3.1 Resoluções Normativas.....	22
2.3.2 Lei Nº 14.300/2022.....	23
2.3.3 Normas de Distribuição Unificada da Energisa S.A.....	23
3 Atividades Desenvolvidas.....	25
3.1 Elaboração de Projetos Fotovoltaicos.....	25
3.1.1 Dimensionamento e Elaboração de Orçamento.....	27
3.1.2 Projeto Fotovoltaico 5,06 kW.....	29
3.2 Acompanhamento de Obras.....	32
3.3 Parametrização do Inversor.....	34
3.4 Redimensionamento de Projeto Elétrico.....	36
3.4.1 Cálculo da Demanda.....	37
3.4.2 Ramal de Ligação.....	38
4 Conclusão.....	40
Referências.....	41
ANEXO A – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO.....	42
ANEXO B – MEMORIAL TÉCNICO.....	43
APÊNDICE A – PROJETO FOTOVOLTAICO.....	45
APÊNDICE B – PROJETO SUPERMERCADO.....	47

1 INTRODUÇÃO

Este relatório tem como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado do estudante Nathanael Pereira Silva, graduando do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, no setor de engenharia da empresa Solar Nobre, sob supervisão do engenheiro Eduardo Silva Fernandes.

O estágio supervisionado foi realizado no período de 22 de novembro de 2021 a 01 de abril de 2022, totalizando 467 horas como requerido nos termos desta instituição.

O estágio tem como objetivo principal o cumprimento da disciplina obrigatória, Estágio Curricular em Engenharia Elétrica, sendo esta requisito para aprovação e obtenção de diploma de bacharel em engenharia elétrica. A realização do estágio é importante pois permite integrar o conhecimento acadêmico adquirido durante a graduação à prática profissional, incentivando o desenvolvimento de habilidades e competências e permitindo ao aluno alinhar conhecimentos teóricos e práticos.

Dentre as atividades desenvolvidas pelo aluno, se destacam:

- i. Elaboração de projetos fotovoltaicos e elétricos;
- ii. Execução de projetos e instalações elétricas;
- iii. Organização dos diários de obra e relatórios fotográficos;
- iv. Cooperação na elaboração de modelos de negócio para expansão da empresa;
- v. Implementação de banco de dados organizacionais;
- vi. Levantamento de listas de materiais necessárias em projetos.

Dentre estas, nos capítulos a seguir, serão detalhadas as principais atividades como: elaboração de projetos fotovoltaicos e elétricos, execução de projetos e instalações elétricas e parametrização de inversores.

1.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA SOLAR NOBRE

A Solar Nobre é uma empresa que oferece serviços de instalações elétricas, prediais e industriais, com foco em projetos de sistemas de geração distribuída fotovoltaica conectada à rede elétrica, além da elaboração de projetos de subestações, automação residencial e comercial. A empresa foi fundada no ano de 2017, com sede na cidade de Campina Grande – PB com filial em Catolé do Rocha – PB, e atua nos estados do Maranhão, Rio Grande do Norte, Piauí, Paraíba, Pernambuco e Sergipe. A empresa se localiza na Rua Dom Pedro II, nº 250, Loja 4, bairro da Prata em Campina Grande - PB. A Figura 1 apresenta fotografias do escritório de Campina Grande.

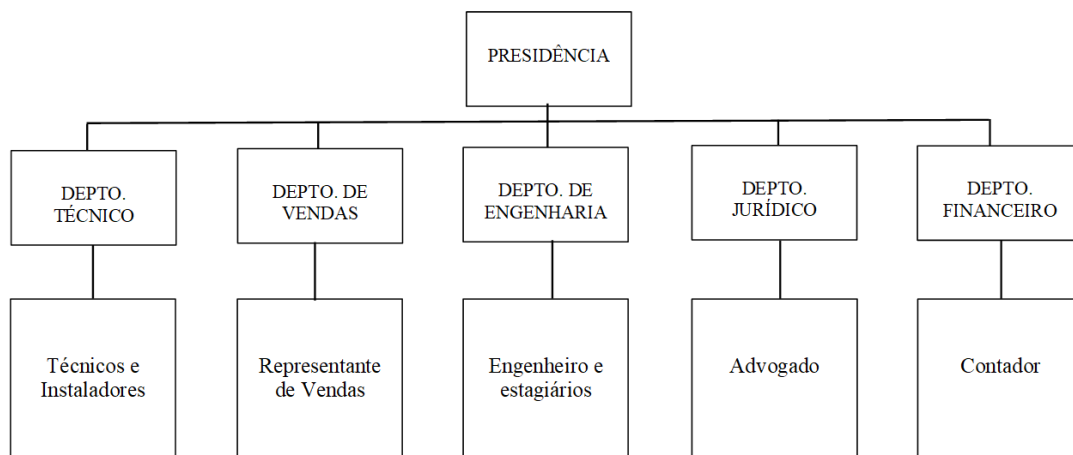
Figura 1 - Escritório da Solar Nobre.



Fonte: Autoria Própria (2022).

A Solar Nobre foi criada com o objetivo de apresentar qualidade e confiabilidade em serviços de engenharia para o setor elétrico. Hoje, conta com 12 colaboradores, sendo: 1 engenheiro eletricista, 6 estagiários do curso de engenharia elétrica, 1 advogado, 1 contador, 2 técnicos de eletrotécnica e 1 instalador de placas solares. A estrutura organizacional está apresentada na Figura 2, e o estagiário ficou alocado no Departamento de Engenharia.

Figura 2 - Estrutura organizacional da Solar Nobre.



Fonte: Autoria Própria (2022).

1.2 ESTRUTURA DESTE RELATÓRIO

Este documento está dividido em quatro capítulos, sendo este o primeiro Capítulo introdutório, em que é apresentada uma breve contextualização sobre o estágio e seus objetivos, a apresentação da empresa e a estrutura deste documento.

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica necessária para o entendimento das atividades desenvolvidas durante o estágio. No Capítulo 3, são apresentadas e detalhadas as atividades desenvolvidas pelo estagiário no âmbito da Solar Nobre. Por fim, no Capítulo 4, estão presentes as considerações finais obtidas a partir da experiência no Estágio Supervisionado.

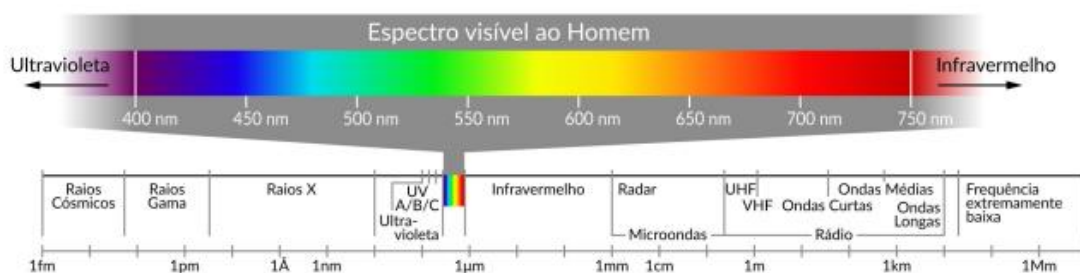
2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados alguns conceitos teóricos necessários para o entendimento das atividades desenvolvidas durante o estágio. Na seção 2.1 será apresentado o fundamento físico da conversão da energia solar em energia elétrica. Em 2.2 tem-se a definição e descrição dos sistemas fotovoltaicos *on-grid* como também dos componentes que compõe o sistema. Na seção 2.3 serão apresentadas as normas e regulamentos que regem a geração distribuída.

2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar é utilizada para produzir eletricidade pelo efeito fotovoltaico, que consiste na conversão direta da luz solar em energia elétrica. A energia do sol é transmitida através do espaço na forma de radiação eletromagnética. Essa radiação é composta por ondas eletromagnéticas de frequências e comprimentos de ondas diferentes (VILLALVA, 2012). Parte dessas ondas podem ser captadas pelo olho humano e corresponde ao espectro de luz visível, outra parte não pode ser vista pelo olho humano e sua presença pode ser percebida de outras formas. Na Figura 3 temos a composição do espectro da radiação solar.

Figura 3 - Espectro da radiação solar incluindo um detalhamento da faixa visível humana.



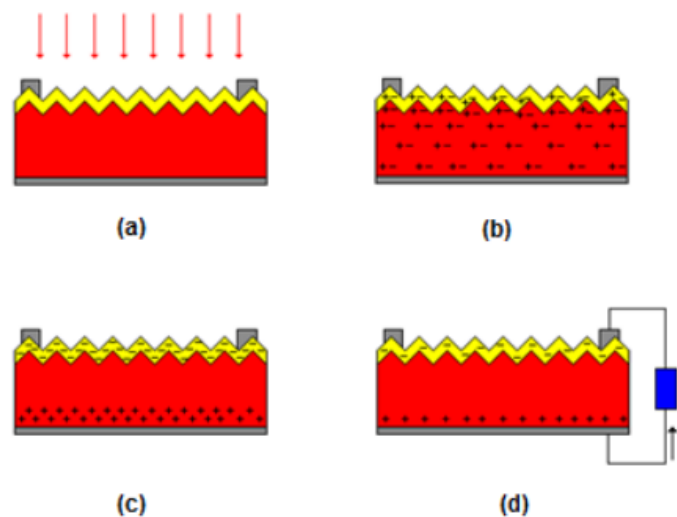
Fonte: Pereira *et al.* (2017).

A radiação solar pode ser referenciada em termos de energia por unidade de área, denominado, irradiância solar (PINHO & GALDINO, 2014), expressa no Sistema

Internacional de Unidades (SI) por W/m^2 (watt por metro quadrado) e é muito útil para avaliar a eficiência dos dispositivos e sistemas fotovoltaicos.

O efeito fotovoltaico, base dos sistemas de energia solar fotovoltaica, consiste na transformação da energia eletromagnética do sol em energia elétrica por meio da criação de uma diferença de potencial, sobre uma célula formada por materiais semicondutores (VILLALVA, 2012). Na Figura 4 é apresentado o efeito fotovoltaico, a luz solar incidente sobre a célula (a) é absorvida e gera pares elétrons-lacunas (b), os elétrons são separados das lacunas pela barreira de potencial e se movem para lados opostos da célula (c), ao conectarmos uma carga entre os dois lados da célula, elétrons fluirão gerando uma corrente elétrica (d).

Figura 4 - O Efeito fotovoltaico.



Fonte: Marques (2014).

2.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Segundo Pinho e Galdino (2014), os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em duas categorias principais: isolados e conectados à rede. Os sistemas isolados necessitam de algum tipo de armazenamento como baterias, a fim de garantir o suprimento de energia durante o período de baixa geração. Os sistemas conectados à rede (*on-grid*) são aqueles que possuem conexão direta entre o sistema de geração e a rede elétrica, garantindo o fornecimento de energia à unidade consumidora mesmo nos

períodos de baixa geração, além do envio de energia excedente à rede de distribuição de energia.

Os principais componentes de um sistema fotovoltaico *on-grid* são: módulos fotovoltaicos, inversores e equipamentos de proteção, esses componentes serão detalhados nas próximas subseções.

2.2.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Segundo Alvarenga (2014), o módulo fotovoltaico é a unidade básica do subsistema de geração de eletricidade. O módulo consiste em uma estrutura montada em quadro, composta por um conjunto de células fotovoltaicas ligadas eletricamente entre si em paralelo e em série cobertas por camadas de encapsulamento que protegem as células e suas conexões da ação do tempo e dos eventuais impactos.

Os principais tipos de células fotovoltaicas utilizadas na construção de painéis fotovoltaicos são: célula fotovoltaica de silício cristalizada, célula fotovoltaica de silício monocristalino, célula fotovoltaica de silício policristalino e célula fotovoltaica de película fina. Na Figura 5 é apresentado um exemplo de um painel fotovoltaico monocristalino fabricado pela Jinko Solar.

Figura 5 - Painel fotovoltaico TR 72M 510-530W

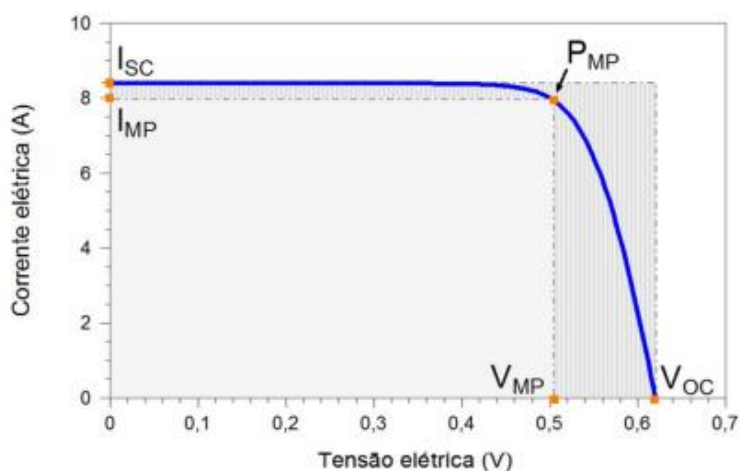


Fonte: Jinko Solar (2020).

A relação entre corrente-tensão para diferentes cargas conectadas nos terminais dos painéis fotovoltaicos é apresentada na curva I-V da Figura 6. 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, V_{mp} é a tensão de máxima potência e P_{mp} é o ponto de máxima potência.

Figura 6 - Curva I-V do painel fotovoltaico.



Fonte: Marques (2014).

A partir das informações presentes na Figura 6, pode-se determinar algumas características elétricas fundamentais dos painéis fotovoltaicos.

- Tensão de circuito aberto (V_{oc}): é a tensão entre os terminais de uma célula fotovoltaica quando não há corrente circulando, ou seja, quando os terminais estão em aberto sendo a máxima tensão que pode ser produzida pelo módulo.
- Corrente de curto-circuito (I_{sc}): é a máxima corrente que se pode obter quando a tensão elétrica nos terminais do módulo é igual a zero.
- Ponto de máxima potência (P_{mp}): é o único ponto da curva em que o módulo fornece potência máxima, idealmente o módulo deve operar nesse ponto, pois nesta situação a produção de energia é maior.

2.2.2 INVERSOR

O inversor é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente alternada (CA) a partir da conversão de energia de uma fonte de corrente contínua (CC). As fontes de energia CC podem ser baterias, células a combustível ou módulos fotovoltaicos (PINHO & GALDINO, 2014). Portanto o inversor é utilizado para alimentar consumidores em corrente alternada a partir da energia elétrica de corrente

contínua produzida pelos painéis fotovoltaicos (VILLALVA, 2012). Em geral, inversores para conexão à rede com potências individuais de até cerca de 5 kW têm saída monofásica, a partir desses valores é comum a utilização de inversores com saída trifásica (PINHO & GALDINO, 2014). Na Figura 7 é apresentado um inversor *Growatt* monofásico de 5 kW utilizado em sistemas *on-grid*.

Figura 7 - Inversor trifásico solar 5KW MIN5000TL-X.



Fonte: Growatt (2018).

As principais características elétricas dos inversores utilizadas no dimensionamento de sistemas de geração distribuída são:

- Potencial nominal de saída: é a potência que o inversor pode fornecer em operação normal, ou seja, em regime contínuo é escolhida de acordo com a carga que será alimentada pelo sistema.
- Tensão de entrada CC: é a tensão nominal de entrada do inversor.
- Tensão de saída CA: é a tensão de saída do inversor e sua escolha depende da tensão de operação das cargas.
- Fator de potência: é desejável que a carga tenha um fator de potência elevado e que o fator de potência nominal do inversor seja compatível com o fator de potência desejado para as cargas.

A maioria dos inversores utilizados nos sistemas fotovoltaicos possuem as seguintes proteções: proteção de curto-circuito na saída, proteção de sobretensão na entrada, inversão de polaridade, sobrecarga e elevação da temperatura.

2.3 NORMAS E REGULAMENTOS

2.3.1 RESOLUÇÕES NORMATIVAS

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é o órgão brasileiro que tem como principal finalidade fiscalizar e regular a produção, transmissão, comercialização e distribuição de energia elétrica no território nacional. A ANEEL publicou no ano de 2012 a resolução normativa nº 482/2012 que estabeleceu 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).

Em 2015, a ANEEL realizou mudanças na resolução publicada em 2012 por meio da resolução normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015), os principais conceitos estabelecidos por essas normas são:

- 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 conectadas às redes 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 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica conectadas às redes 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, incluídas matriz e filial, 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.

2.3.2 LEI N° 14.300/2022

A Lei de nº 14.300/2022 sancionada em 6 de janeiro de 2022 institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS) (BRASIL, 2022) conferindo segurança jurídica às atividades até então regulamentadas pelas resoluções normativas apresentadas na subseção anterior.

A principal mudança determinada pelo marco legal é que consumidores que participam da Geração Distribuída (GD) de energia paguem pela Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) do “fio B”, que remunera as distribuidoras, ou seja, os créditos gerados pelos sistemas de GD deixam de ser abatidos sobre essa parcela da conta de energia. O texto isenta, por outro lado, os produtores da geração distribuída do pagamento da taxa de disponibilidade. A taxa de disponibilidade, cobrada pela concessionária de energia, é um valor na conta de energia referente à disponibilidade da rede elétrica para o consumidor utilizá-la, que varia conforme o tipo de ligação:

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

A lei garante a permanência dos consumidores que já possuem sistemas de geração distribuída sob as regras atuais até 2045 e estabelece uma regra de transição para os novos consumidores.

2.3.3 NORMAS DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA DA ENERGISA S.A.

Além das resoluções normativas nº 482/2012 e nº 687/2015 e da Lei nº 14.300/2022 na Paraíba devem ser observados as diretrizes estabelecidas nas Normas de Distribuição Unificada (NDU) nº 001 e nº 013 do Grupo Energisa S.A.

A NDU 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, nas concessionárias do Grupo Energisa, quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW, conforme legislação em vigor (ENERGISA, 2020).

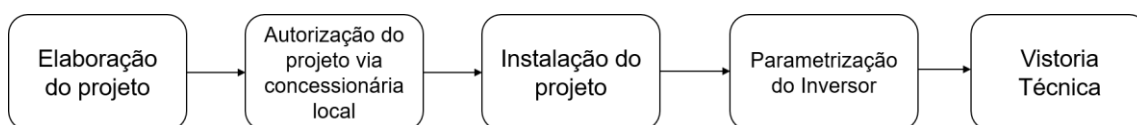
A NDU 013 apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a conexão de geradores à rede de distribuição de baixa tensão nas concessionárias do Grupo Energisa S.A. O objetivo é estabelecer padrões e procedimentos de acesso, critérios técnicos, operacionais e o relacionamento operacional envolvidos na conexão de consumidores, atendidos em baixa tensão, que utilizem cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica (ENERGISA, 2019).

Os projetos fotovoltaicos devem ser elaborados em conformidade com as normas estabelecidas anteriormente e enviados a concessionária de energia local para fins de avaliação de conformidade e autorização de execução.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo serão apresentadas as principais atividades desenvolvidas durante o período de estágio supervisionado. A principal atividade desenvolvida foi a elaboração e execução de projetos fotovoltaicos, cujas etapas estão apresentadas na Figura 8 e serão detalhadas nas próximas seções.

Figura 8 - Fluxograma dos projetos.



Fonte: Autoria Própria (2022).

As outras atividades desenvolvidas envolveram a elaboração de listas de materiais e orçamentos para projetos elétricos, subestações e para participação de licitações, o redimensionamento de projeto elétrico para o aumento de carga instalada, criação e gerenciamento de banco de dados organizacionais.

3.1 ELABORAÇÃO DE PROJETOS FOTOVOLTAICOS

Durante o período do estágio foram elaborados 18 projetos fotovoltaicos residenciais sendo 2 projetos trifásicos e 16 monofásicos.

Após a contratação dos serviços pelo cliente o Engenheiro Supervisor fornece os dados e especificações necessárias para realização dos projetos como também as devidas orientações. Segue-se as seguintes etapas para realização dos projetos:

- Preenchimento do formulário de solicitação de acesso: esse documento é padronizado pela ANEEL e fornecido pela Energisa, um exemplo é apresentado no Anexo A. Esse documento deve conter informações sobre a Unidade Consumidora (UC) como: número da UC, titularidade, endereço, tensão de atendimento, número de fases e carga instalada,

também deve ser inserido informações sobre a geração distribuída como tipo de fonte de geração e potência.

- Pesquisa dos certificados dos equipamentos utilizados no projeto, estes devem ser anexados ao projeto para solicitação de acesso junto à Energisa. Os inversores de até 10 kW devem possuir certificação do INMETRO, já os acima de 10 kW devem possuir certificados de conformidade com as normas brasileiras (ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150 e ABNT NBR IEC 62116) ou normas europeias (IEC 61727:2004-12, IEC 62116:2014) ou a norma americana IEEE 1547.
- Preenchimento do memorial técnico descritivo disponibilizado pela Energisa (Anexo B), neste documento é especificado novamente os dados da unidade consumidora e também são incluídos o detalhamento do sistema de geração, descrevendo os componentes utilizados como: modelo, quantidade, potência, certificados e local de instalação. São descritos também os equipamentos de proteção como disjuntores e Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) e o aterramento do sistema.
- Elaboração do diagrama unifilar, contendo o arranjo com todos os componentes do sistema: detalhes do ramal de entrada, medidor bidirecional, dimensionamento dos cabos utilizados, placas solares, inversor, DPS, disjuntores e aterramento.
- Elaboração da planta de situação com a localização da unidade consumidora, vistas frontal, superior e térreo contendo a localização do ramal de entrada, localização das placas, do inversor e dos quadros de distribuição.

Para elaboração dos projetos foram utilizadas as seguintes ferramentas computacionais: o *software Microsoft Excel* para preenchimento do formulário de solicitação de acesso e memorial técnico e o *software AutoCAD* para elaboração da prancha do projeto contendo diagrama unifilar e as vistas com seus respectivos elementos.

As dúvidas que surgiram no decorrer da elaboração dos projetos, principalmente na elaboração dos primeiros projetos foram sanadas pelo engenheiro supervisor que também realizou as devidas verificações e apontou as correções necessárias para que os projetos atendessem os padrões exigidos pela concessionária. Após a elaboração dos

projetos os mesmos foram submetidos à aprovação da concessionária pelo engenheiro supervisor.

3.1.1 DIMENSIONAMENTO E ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO

O dimensionamento de um projeto fotovoltaico e dos seus equipamentos é determinado em função do padrão de consumo da unidade consumidora. A fatura de energia elétrica contém a maioria das informações necessárias para o dimensionamento como: consumo médio mensal, localização, tipo de ligação e etc. Na Figura 9 é apresentado um exemplo de uma fatura mensal de uma unidade consumidora com ligação trifásica sem geração distribuída, em destaque está apresentado o consumo da unidade.

Figura 9 - Fatura mensal.

DOCUMENTO DE PAGAMENTO

Documento sobre valor fiscal.
Documento não é segunda-via de conta.
Documento para simples pagamento da nota fiscal/conta de energia elétrica: Nº 01.1748.343

DADOS DO CLIENTE:
ALMENI D* L* A*

ENERGISA
ENERGISA SORCIBRASIL - DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S/A
Av. Dep. Raimundo Azeite, 4789 - BR. 230 - 102 15B - Vila Indú.
Campina Grande / PB - CEP 58223-700
CNPJ 08.826.889/0001-96 Insc. Est. 16.003.839-1

Nº DA CONTA/UNIDADE CONSUMIDORA
4/280896-2

www.energisa.com.br @energisa

REFERÊNCIA JAN/2022	APRESENTAÇÃO 19/01/2022	CONSUMO 522 kWh	VENCIMENTO 06/03/2022	TOTAL A PAGAR R\$ 551,50
-------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	------------------------------------

COM QR CODE, APONTOU, PAGOU!

Ganhe mais facilidade pagando com o PIX!
Use seu app de pagamento favorito, escolha "Pagar com o PIX" e leia o código ao lado:

Qr Code da sua conta:
CONTA PAGA - Data de Pagamento: 07/03/2022

pix

voltz Quer facilidade? Abra sua conta Voltz - Energisa e tenha vantagens exclusivas! Entenda melhor em www.contavoltz.com/pix

Fonte: Energisa (2022).

As informações da fatura de energia elétrica do cliente são repassadas para empresas especializadas no dimensionamento e venda de kits fotovoltaicos. A principal empresa utilizada pelo estagiário para elaboração de orçamentos e dimensionamento foi a Aldo Solar cuja interface do simulador se encontra na Figura 10.

Figura 10 - Simulador do Aldo Solar.

Fonte: Aldo Solar (2022).

Na simulação é inserido as informações do cliente, localização da unidade, valor da conta de energia e consumo mensal, o simulador calcula a potência de geração necessária, retorna um valor de investimento base contendo o custo com os equipamentos, calcula a economia anual e o retorno de investimento.

A seguir é apresentado a base dos cálculos utilizados pelo simulador. Considerando uma unidade consumidora com consumo mensal médio de 522 kWh e ligação trifásica cujo custo de disponibilidade é referente a 100 kWh, a potência de geração necessária é dada por (3.1):

$$P_G = 522 - 100 = 422 \text{ kWh} \quad (3.1)$$

O cálculo da potência teórica do sistema fotovoltaico é obtida por (3.2):

$$P_{FV} = \frac{P_G \cdot 12}{I_{rr} \cdot F}, \quad (3.2)$$

em que P_G é a potência de geração necessária, I_{rr} é a radiação solar local e F o fator de performance de um sistema fotovoltaico.

A quantidade de módulos é determinada de tal forma a atender a potência calculada em (3.2), que é a potência teórica do sistema, tem-se então:

$$N = \frac{P_{FV}}{P_m}, \quad (3.3)$$

onde N é a quantidade de módulos e P_m é a potência nominal de cada módulo individual escolhido.

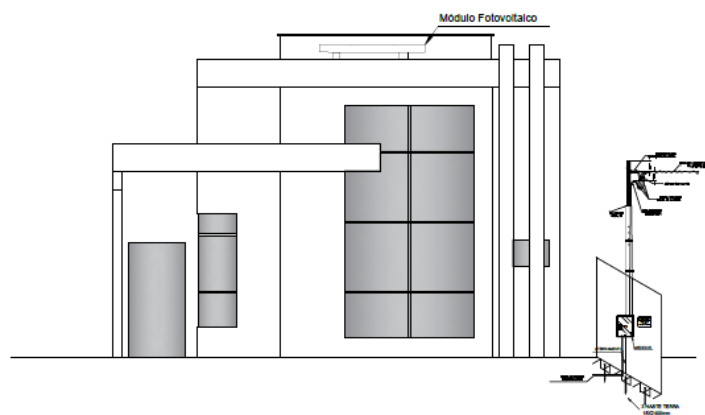
Para a escolha do inversor é observado a tensão de atendimento da unidade consumidora bem como o seu tipo de ligação, verifica-se a quantidade de MPPTs (do inglês - *Maximum Power Point Trackings*) disponíveis e o limite de potência.

3.1.2 PROJETO FOTOVOLTAICO 5,06 kW

Nesta seção é apresentada a elaboração de um dos projetos de geração distribuída fotovoltaica desenvolvido pelo estagiário como parte das atividades desenvolvidas.

A unidade consumidora está localizada em um condomínio no bairro das Malvinas em Campina Grande-PB. A categoria de atendimento da unidade é T1 (potência instalada inferior a 24 kW e atendimento trifásico). O consumo médio mensal da residência é igual a 522 kWh. A potência máxima instalada de geração distribuída foi de 5,06 kW. Na Figura 11 é apresentado a fachada frontal da residência do cliente.

Figura 11 - Fachada frontal.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Para o início da elaboração do projeto foram fornecidos pelo Engenheiro Supervisor uma lista de materiais e dados do cliente. A lista de materiais utilizada está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Lista de materiais.

Item	Descrição Item	Quantidade
1	Painel Solar JINKO JKM460M-60HL4-V 460W	11
2	Inversor Solar Growatt on grid MIN5000TL-X 5kW	1
3	Cabo Solar Cabelauto DC Preto	50 m
4	Cabo Solar Nexans DC Vermelho	50 m
5	Conector MC4 Macho	8
6	Conector MC4 Fêmea	8
7	Estrutura solar – Telha Fibrocimento	1

Fonte: Autoria Própria (2022).

O engenheiro supervisor forneceu informações sobre a fachada frontal indicando a localização do padrão de entrada, vista superior, térreo e pavimento superior. Com essas informações o estagiário deu início a elaboração do projeto, primeiro com o preenchimento dos documentos técnicos, a definição do *layout* com o dimensionamento dos condutores e equipamentos de proteção. Para isso foram utilizadas as informações técnicas disponibilizadas no *datasheet* dos equipamentos, estas informações estão apresentadas nas Tabela 2 e 3.

Tabela 2 - Dados técnicos inversor Growatt MIN5000TL-X.

Entrada CC		Saída CA	
Número de MPPT	2	Potência Nominal	5000 W
Máx. Tensão de Entrada	550 V	Corrente Máx. de Saída	22,7 A
Faixa de Tensão de MPPT	60V-550 V	Tensão Nominal de Saída	230 V
Corrente máx. de entrada	13,5 A	Frequência	50/60 Hz

Fonte: Adaptado GROWATT (2018).

Tabela 3 - Dados técnicos módulo fotovoltaico Jinko Solar.

Modelo	JKM460-60HL4-V
Potência Máxima	460 W
Tensão de Circuito Aberto (Voc)	41,48 V

Corrente de Curto Circuito (Isc)	14,01 A
Eficiência do Módulo	21,32%

Fonte: Adaptado Jinko Solar (2020).

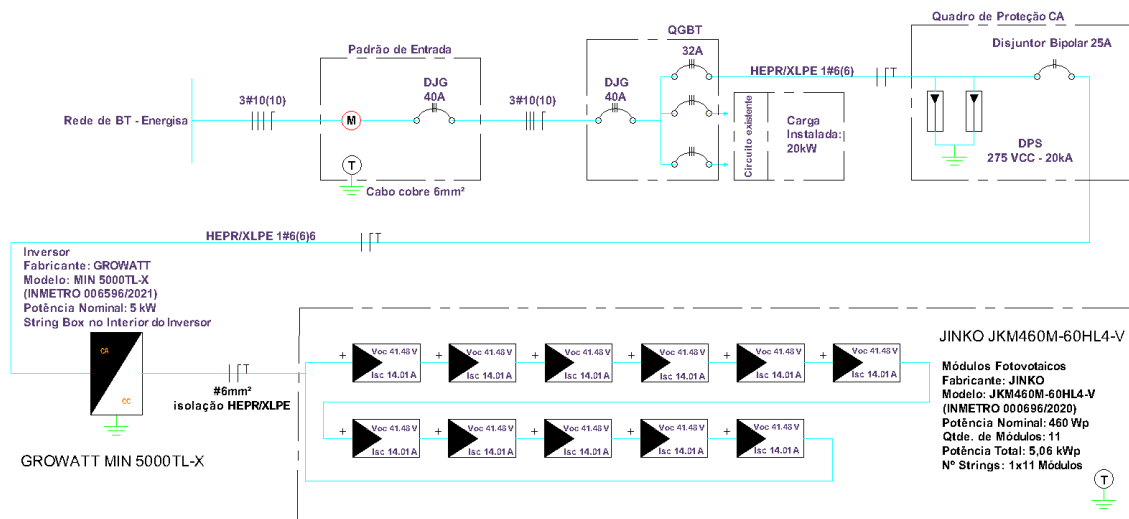
A partir das informações técnicas obtidas foram definidos pelo estagiário a configuração dos módulos e o dimensionamento dos equipamentos de proteção. Para isso foram observados os limites máximos de tensão e corrente de entrada do inversor, relativos as informações sobre a tensão de circuito aberto e corrente de curto-circuito dos módulos fotovoltaicos. A tensão de circuito aberto dos módulos é igual a 41,48 V e a tensão máxima de entrada do inversor é igual a 550 V, temos então:

$$N^{\circ} \text{ Módulos} < \frac{550 \text{ V}}{41,48 \text{ V}} \quad (3.4)$$

$$N^{\circ} \text{ Módulos} < 13$$

Portanto, com base nos critérios técnicos definidos em (3.4) o estagiário decidiu utilizar um arranjo com os 11 módulos fotovoltaicos conectados em série. A Figura 12 apresenta o diagrama unifilar do circuito contendo o arranjo dos painéis fotovoltaicos, os quadros de proteção, o quadro geral de baixa tensão da unidade consumidora e o quadro de medição de energia, além das informações técnicas dos equipamentos.

Figura 12 - Diagrama unifilar.

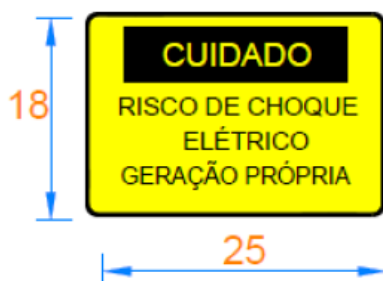


Fonte: Autoria Própria (2022).

O quadro de proteção do lado CC foi omitido pois neste caso específico o inversor contém as proteções necessárias. O disjuntor do lado CA foi dimensionado de acordo com a máxima corrente de saída do inversor considerando uma margem de segurança de 10%. Para o lado CA foi utilizado um DPS com tensão nominal 275 V e corrente máxima de surto de 20 kA.

Conforme exigido pela NDU 013 foi colocada uma placa, confeccionada em policarbonato com proteção anti-UV com espessura mínima de 1 mm, apresentando a seguinte informação “CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA”, o modelo está presente na Figura 13.

Figura 13 - Placa de advertência.



Fonte: NDU013 (2019).

3.2 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS

O estagiário realizou o acompanhamento da instalação e execução dos projetos fotovoltaicos acompanhado do engenheiro supervisor, técnico eletricitista e instalador, nessa etapa foi possível acompanhar as etapas realizadas para instalação do sistema fotovoltaico e avaliar se as instalações seguem as diretrizes estabelecidas pelas normas e resoluções apresentadas anteriormente.

A primeira etapa da instalação envolveu a montagem da estrutura para fixação das placas (a) e logo após a instalação dos painéis (b) conforme Figura 14, a montagem dos painéis deve ser realizada conforme o arranjo determinado durante a elaboração do projeto.

Figura 14 - Instalação dos painéis fotovoltaicos.



Fonte: Autoria Própria (2022).

A próxima etapa envolveu a instalação dos condutores para conexão entre os painéis e o inversor este foi instalado conforme Figura 15 que apresenta a fotografia do inversor com as devidas conexões.

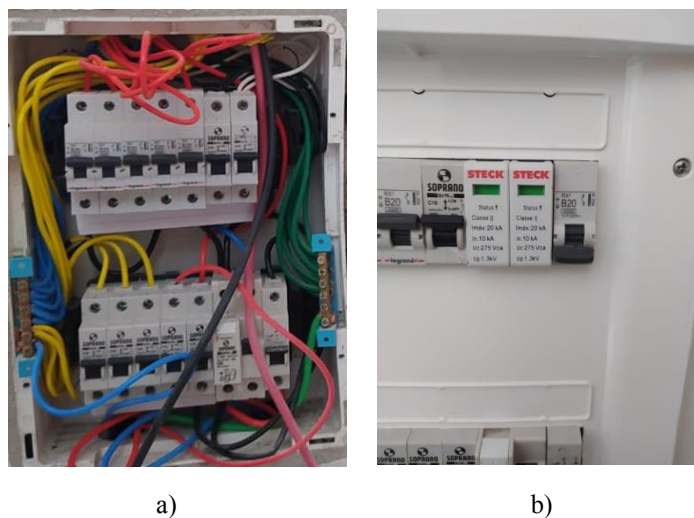
Figura 15 - Instalação do inversor.



Fonte: Autoria Própria (2022).

A última etapa envolveu a instalação dos dispositivos de proteção do lado de corrente alternada verificando se estes estão de acordo com as especificações do projeto e se estão instalados corretamente, neste projeto específico o inversor já contém as proteções necessárias do lado de corrente contínua. As fotografias do quadro de distribuição da unidade consumidora antes da instalação das proteções do projeto (a) e com as proteções instaladas (b) se encontram na Figura 16.

Figura 16 - Quadro de distribuição da unidade consumidora.

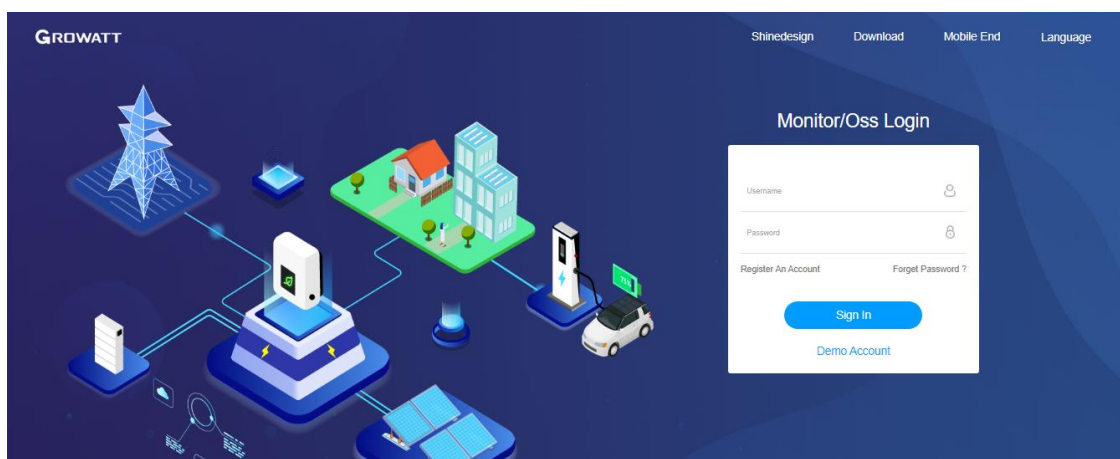


Fonte: Autoria Própria (2022).

3.3 PARAMETRIZAÇÃO DO INVERSOR

A última atividade realizada pelo estagiário relacionada a projetos de geração distribuída foi a parametrização do inversor. O estagiário realizou junto ao técnico responsável a configuração dos parâmetros do inversor de acordo com a NDU-013. A seguir serão descritos os procedimentos realizados para parametrização do inversor da marca *Growatt*, um dos principais fornecedores da região.

O primeiro passo envolveu cadastrar o usuário do equipamento na plataforma *Shine Server* cuja interface inicial pode ser visualizada na Figura 17.

Figura 17 - Interface inicial da plataforma *Shine Server*.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Para realização do cadastro são informados os dados referentes a localização da instalação, potência do inversor, *e-mail* e telefone do usuário, a interface de cadastro pode ser visualizada na Figura 18.

Figura 18 - Interface de cadastro.

The image shows a registration form with the following fields and options:

- Country: Dropdown menu
- Username: Text input with a red dot and the text "No More Than 30 Characters"
- Password: Text input with a red dot and the text "Not Less Than 6 Digits"
- Password Confirm: Text input with a red dot and the text "Not Less Than 6 Digits"
- Language: Dropdown menu with "English" selected
- Phone Number: Text input
- E-Mail: Text input
- Installer Code: Text input
- Privacy Policy: Radio button with the text "I have read and agree to the (Privacy policy?)"
- Next: Blue button

Fonte: Autoria Própria (2022).

O próximo passo envolveu a conexão entre o inversor e a plataforma para isso é utilizado o dispositivo *datalogger* que é conectado ao inversor, durante o cadastro o código do *datalogger* deve ser fornecido a fim de tornar possível a conexão. Após o cadastro e conexão é possível realizar a configuração dos parâmetros do inversor, estes estão resumidos na Tabela 4

Tabela 4 - Ajustes recomendados das proteções - parametrização do inversor.

Descrição	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	$80\% \leq V \leq 100\%$	Condições normais
Subfrequência	$f < 57,5 \text{ Hz}$	Desligar em até 0,2 s
Sobrefrequência	$f > 62,0 \text{ Hz}$	Desligar em 0,2 s
Frequência nominal da rede	$f = 60 \text{ Hz}$	Condições normais
Após a perda da rede (ilhamento), deverá interromper o fornecimento de energia a rede	Ilhamento	Interromper em até 2 s
Após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede, religar	Reconexão	Após 180 s

Fonte: Adaptado da NDU013 (2019).

Para realizar a configuração deve ser inserido no campo “Registro” o código do parâmetro que se deseja alterar, e no campo “Valor” o valor desejado, o painel de configuração pode ser visualizado na Figura 19.

Figura 19 - Interface de configuração dos parâmetros.

Fonte: Autoria Própria (2022).

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 21 de março de 2022, a senha será “growatt20220321”.

3.4 REDIMENSIONAMENTO DE PROJETO ELÉTRICO

O estagiário participou juntamente com outros estagiários do redimensionamento de um projeto elétrico de um supermercado localizado no centro da cidade do Catolé do Rocha – PB. A justificativa para o redimensionamento foi um problema observado pelo Engenheiro Supervisor em que os quadros de distribuição estavam atingindo altas temperaturas, também foi observado uma má distribuição dos circuitos e falta de seletividade nas proteções.

A solução sugerida pelo Engenheiro Supervisor envolveu uma mudança da categoria de atendimento junto a concessionária solicitando um acréscimo de carga, foi

realizada a redistribuição dos circuitos necessários como também uma análise das proteções.

3.4.1 CÁLCULO DA DEMANDA

A primeira atividade a ser realizada foi o levantamento das cargas instaladas na unidade consumidora cujo resumo pode ser encontrado na Tabela 5, esse levantamento foi realizado a partir das informações passadas pelo Engenheiro Supervisor e um técnico em eletrotécnica responsável pela instalação elétrica.

Tabela 5 - Resumo da carga instalada.

Ordem	Descrição de Carga	Quant.	Potência (W)	Total (kW)	Total (kVA)
1	Iluminação	40	200	8,00	8,70
2	Tomadas	30	300	9,00	9,78
3	Ar. cond. 9.000Btus	4	850	3,40	3,78
4	Serra/Moedor	1	1.000	1,00	1,11
5	Balança/Fatiador	2	756	1,51	1,64
6	Câmara fria	3	5.000	15,00	16,67
7	Freezers	10	500	5,00	5,88
8	Ar. cond. 60.000Btus	4	5.800	23,20	25,78
9	Climatizador	1	100	0,10	0,11
10	Cortina de vento	1	3.500	3,50	3,80
11	Expositor	1	300	0,30	0,33
Total				70,01	77,58

Fonte: Autoria Própria (2022).

A partir do levantamento da carga instalada foi determinado a demanda individual da unidade consumidora com base nas informações presentes na NDU 001, o cálculo da demanda se encontra na Tabela 6.

Tabela 6 - Cálculo demanda individual.

Tipo de Carga	Quant.	Carga (kW)	FD	Demanda	
				(kVA)	(kW)
Ilum./Tomadas	70	17,0	86%*	15,89	14,62
TUE's	4	6,01	70%	4,57	4,21
Refrigeração	23	47,0	82%**	41,89	38,54
Total				62,36	57,37

*Fator de Demanda estabelecido pela Tabela 03 da NDU-001 para lojas e similares.

**Fator de Demanda estabelecido pela Tabela 09 da NDU-001 para uma quantidade de 21 a 30 aparelhos.

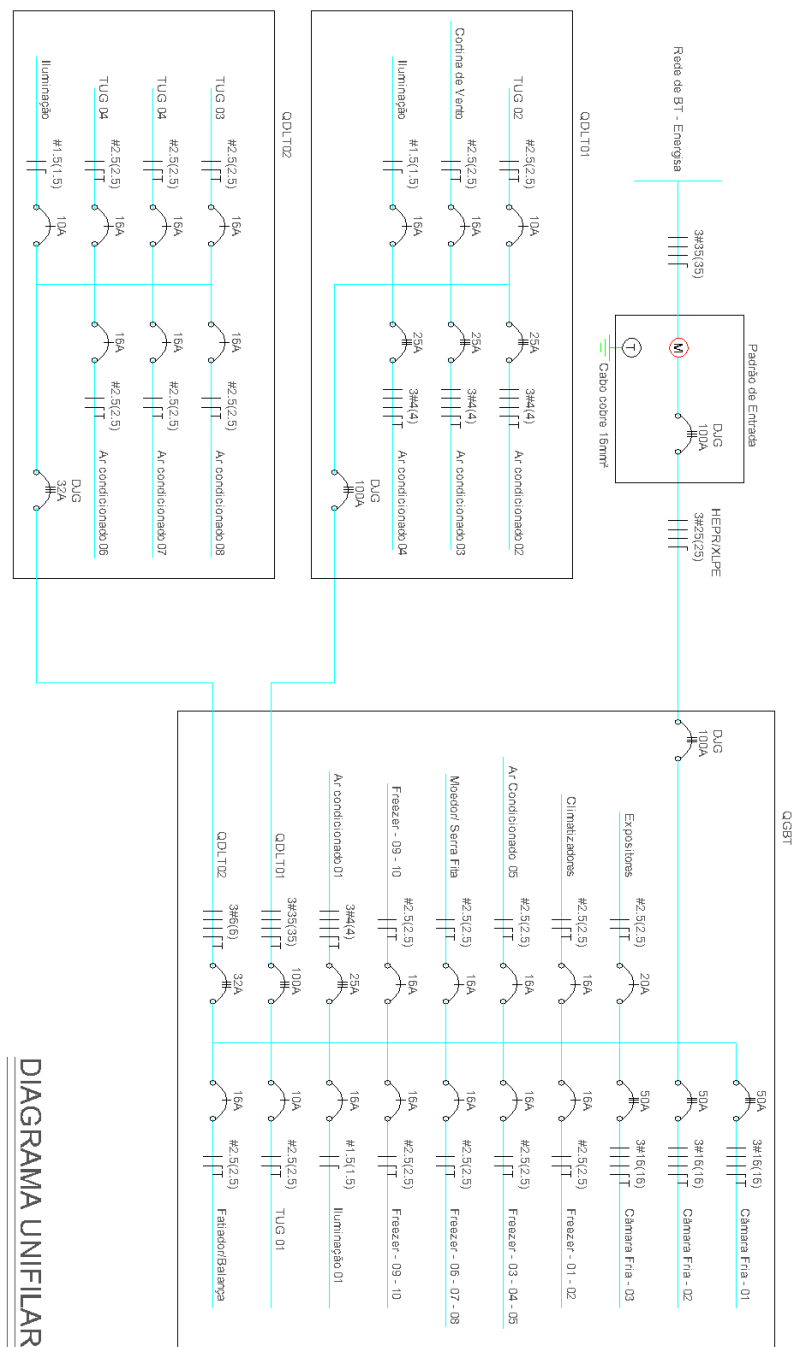
Fonte: Autoria Própria (2022).

Para o cálculo da demanda em kVA, foi utilizado um fator de potência de 0,92 e a partir da Tabela 17 - Dimensionamento das Categorias de Atendimento 380/220 V da NDU-001 verifica-se que uma demanda de 57,37 kW se enquadra na categoria de atendimento trifásico (T4) que inclui demandas entre $42,40 \text{ kW} < D \leq 60,54 \text{ kW}$.

3.4.2 RAMAL DE LIGAÇÃO

O ramal de entrada da unidade consumidora será modificado para atender os critérios da carga em acréscimo a fim de se adequar a nova categoria de atendimento. O novo ramal será feito de cabo de cobre isolado EPR 90° 0,6/1,0 kV – 3#25(25) mm² instalados em eletroduto de aço galvanizado de 50 mm, protegido por um disjuntor termomagnético de 100 A, com a corrente nominal de interrupção simétrica de 10 kA, conforme determina a Tabela 17 da NDU 001. A Figura 20 apresenta o diagrama unifilar contendo a descrição dos circuitos, dos quadros, proteções e o ramal de ligação.

Figura 20 - Diagrama unifilar – Supermercado.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Para o aterramento, será utilizada uma haste cobreada de 16x2400 mm e cabo de cobre nu de 16 mm² para aterramento da caixa de medição e interligação ao borne do neutro do medidor. Todos os aparelhos que necessitem de aterramento deverão ser conectados ao condutor de aterramento. A prancha do projeto contendo o diagrama unifilar, planta de localização e as vistas frontal e do pavimento térreo se encontram no Apêndice B.

4 CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas durante o estágio se mostraram de grande relevância para o desenvolvimento de habilidades na área de projetos fotovoltaicos e elétricos, alinhamento dos conhecimentos práticos e teóricos adquiridos durante a graduação e obtenção de experiência na resolução de problemas.

O estagiário encontrou alguns desafios durante a fase inicial das atividades, relacionados a falta de domínio de algumas ferramentas utilizadas para elaboração dos projetos como o *AutoCAD*. A falta de aprofundamento das normas técnicas e de conceitos relacionados a geração distribuída e sistemas fotovoltaicos por parte do estagiário também se tornaram um desafio no início do período de estágio.

Entretanto os conhecimentos teóricos adquiridos durante a graduação principalmente nas disciplinas de Instalações Elétricas, Proteção de Sistemas Elétricos, Eletrônica de Potência entre outras, se mostraram importantes, facilitando o entendimento para o desenvolvimento das atividades.

Portanto, o estágio obrigatório cumpre com os objetivos propostos pois permite a inserção do aluno no mercado de trabalho e amplia os conhecimentos obtidos durante a graduação nas áreas de energias renováveis e no desenvolvimento de projetos tornando o aluno apto e mais preparado profissionalmente.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, C. A. *O Módulo Fotovoltaico para Gerador Solar de Eletricidade*. Belo Horizonte: Solenerg, 2014.
- ANEEL. Resolução Normativa N° 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, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/08/REN-482_2012.pdf>. Acesso em: 01 março 2022.
- ANEEL. Resolução Normativa N° 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa n° 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Disponível em: <http://www.bioenergiaengenharia.com.br/RESOLUCAO%20NORMATIVA%20REN%20687_2015.pdf>. Acesso em: 01 março 2022
- BRASIL. Lei N° 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis n°s 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Disponível em: <<https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>>. Acesso em: 01 março 2022.
- ENERGISA. *NDU - 013: Critérios para Conexão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição da Energisa - Conexão em Baixa Tensão*. 5 ed. João Pessoa, 2021.
- ENERGISA. *NDU - 001: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária ou agrupadas até 3 unidades consumidoras*. 6.3 ed. João Pessoa, 2020.
- GROWATT. *Datasheet MIN5000TL-X*, 2018.
- JINKO SOLAR. *Datasheet TR 72M 510-530 Watt Mono-Facial*, 2020.
- MARQUES, F. d. *Minicurso de Fabricação de Células Solares e Módulos Fotovoltaicos*. Campinas: Instituto de Física Gleb Wathagin - IFGW/Unicamp, 2014.
- PEREIRA, E. B., MARTINS, F. R., GONÇALVES, A. R., COSTA, R. S., LIMA, F. J., RUTHER, R., . . . SOUZA, J. G. *Atlas Brasileiro de Energia Solar*. São José dos Campos: INPE, 2017.
- PINHO, J. T., & GALDINO, M. A. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. Rio de Janeiro: CEPTEL-CRESESB, 2014.
- VILLALVA, M. G. *Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações*. São Paulo: Érica, 2012.

ANEXO A – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO

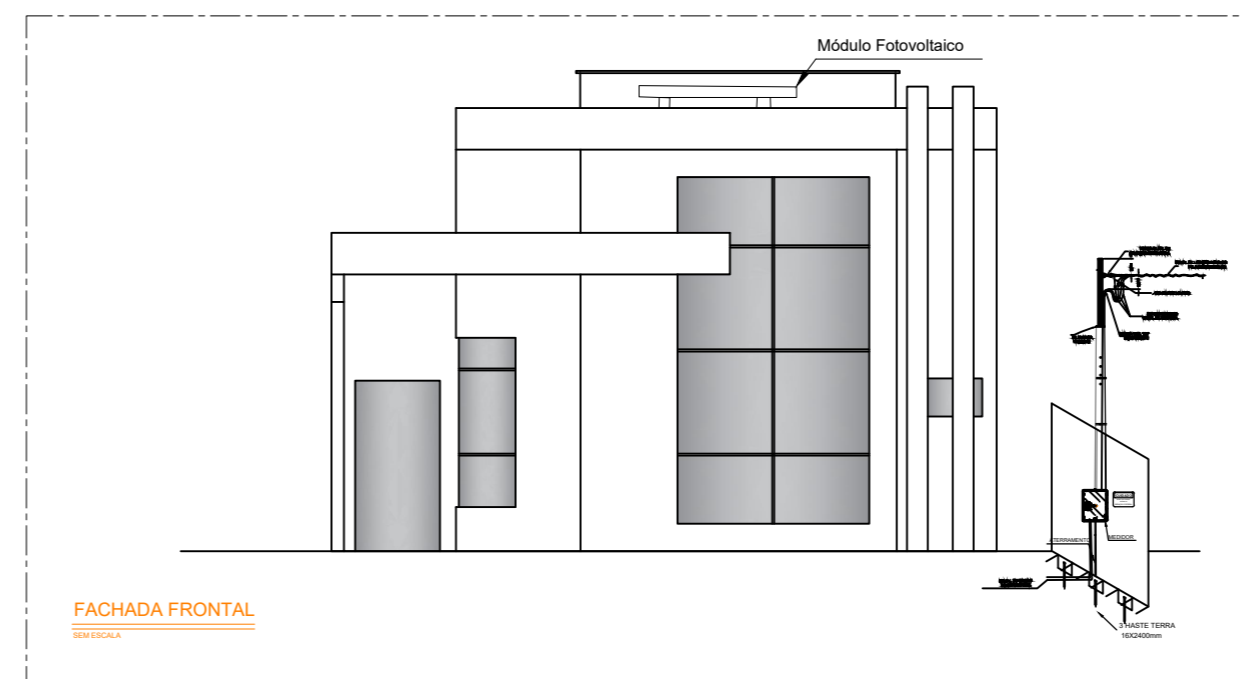
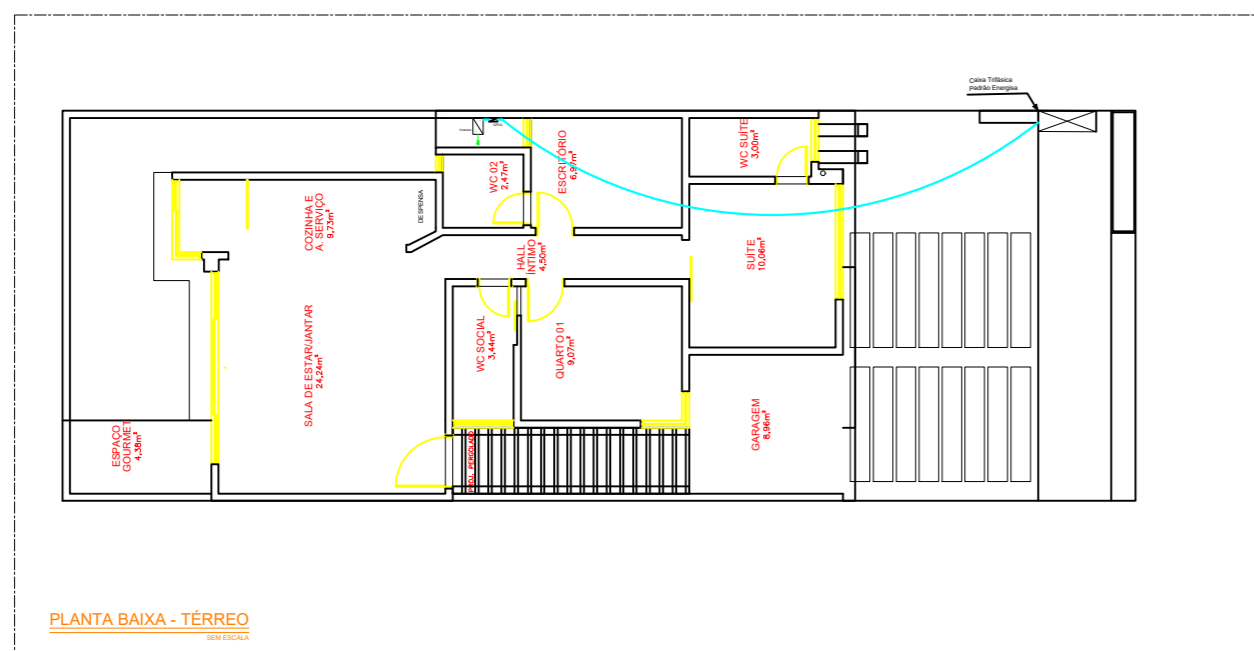
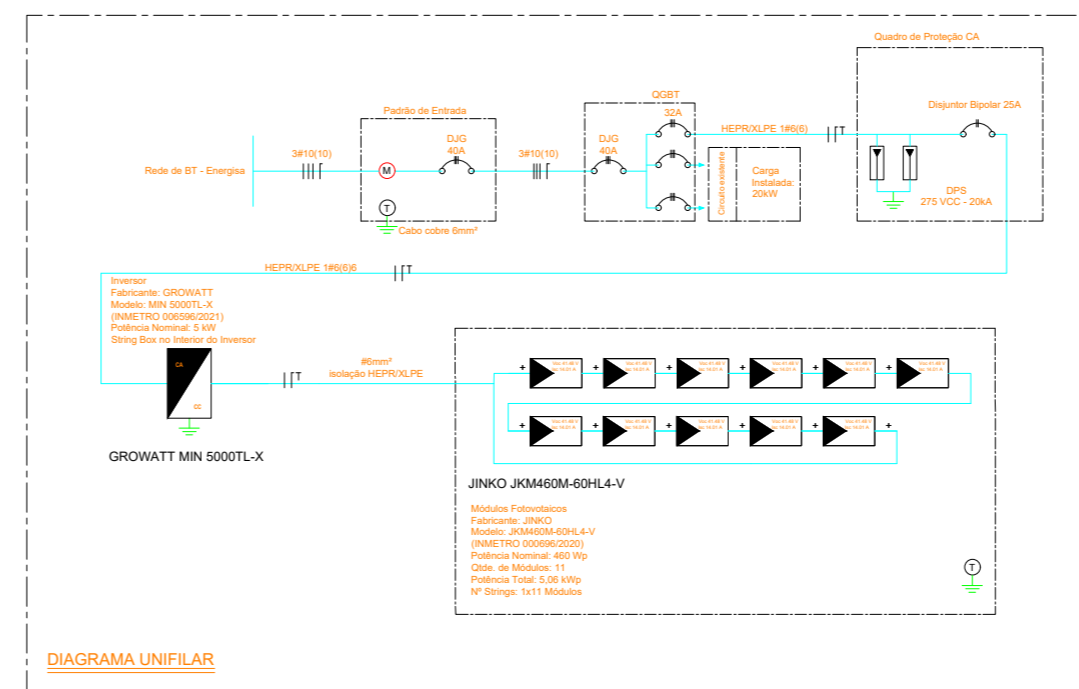
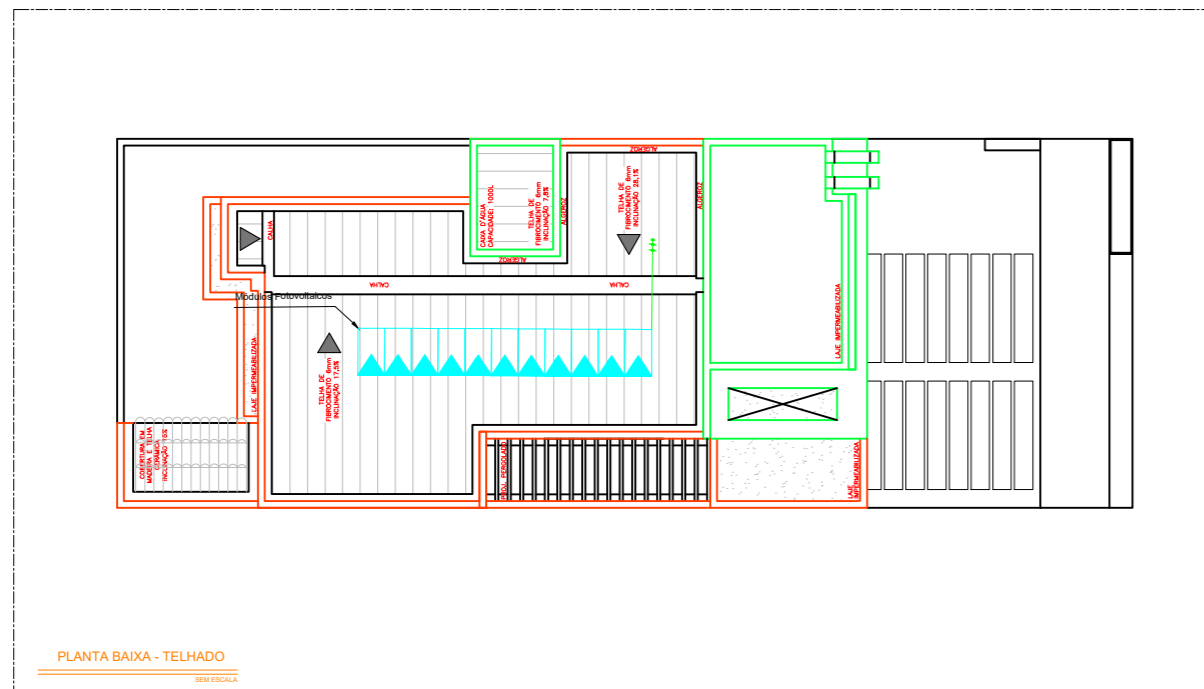
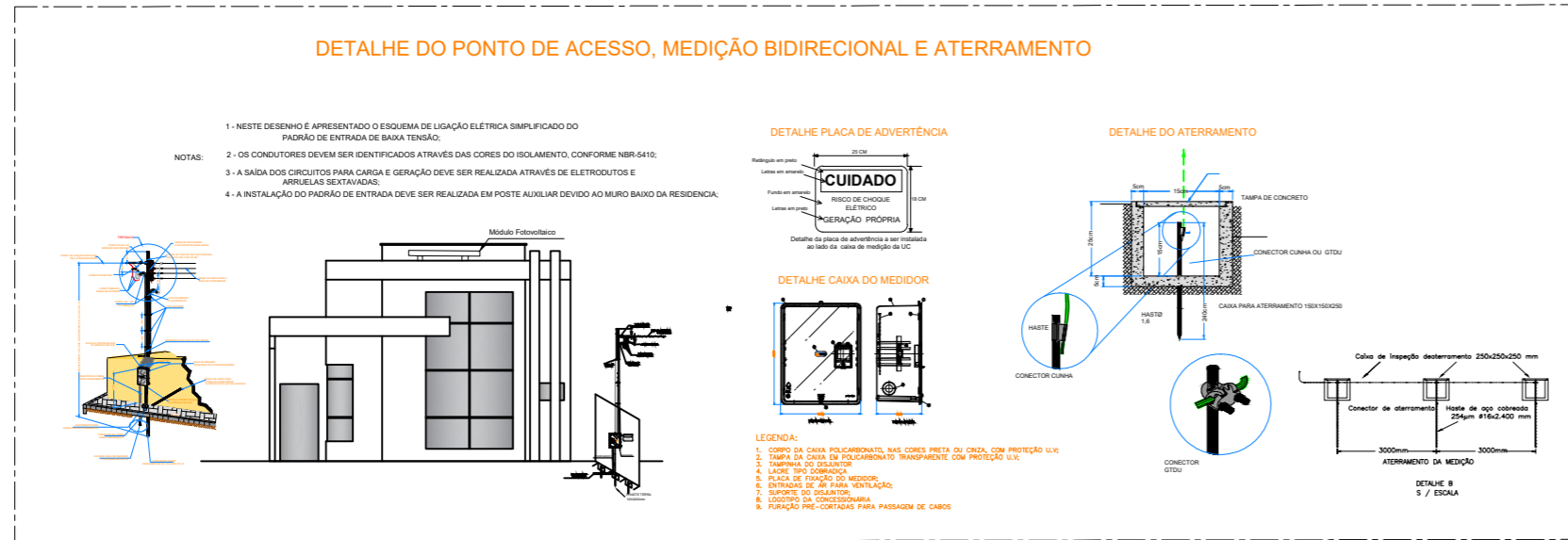
SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM POTÊNCIA IGUAL OU INFERIOR A 10kW										
1. IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC										
Código da UC:				Classe:						
Titular da UC:										
Logradouro:										
N°:	Bairro:			Cidade:						
E-mail:				UF:			CEP:			
Telefone:				Celular:						
CNPJ/CPF:										
2. DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC										
Potência Instalada (kW):				Tensão de Atendimento:						
Tipo de Conexão:	Monofásica	<input type="checkbox"/>	Bifásica	<input type="checkbox"/>	Trifásica	<input type="checkbox"/>				
Tipo de Ramal:	Aéreo			<input type="checkbox"/>	Subterrâneo		<input type="checkbox"/>			
3. DADOS DA GERAÇÃO										
Potência Instalada de Geração (kWp):										
Tipo da Fonte de Geração:	Solar	<input type="checkbox"/>	Eólica	<input type="checkbox"/>	Biomassa	<input type="checkbox"/>				
	Cogeração	<input type="checkbox"/>	Outra (Especificar):							
4. DOCUMENTAÇÕES A SEREM ANEXADAS										
<input type="checkbox"/>	1. ART do Responsável Técnico pelo Projeto Elétrico e instalação do sistema de Microgeração;									
<input type="checkbox"/>	2. Diagrama Unifilar contemplando Geração/Proteção (Inversor, se for o caso)/Medição e Memorial Descritivo da instalação;									
<input type="checkbox"/>	3. Certificado de conformidade do(s) Inversor(es) ou número de Registro da concessão do INMETRO do(s) inversor(es) para a tensão Nominal de conexão com a rede;									
<input type="checkbox"/>	4. Dados necessários ao Registro da Central Geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/scg									
<input type="checkbox"/>	5. Lista de Unidades Consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI e VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012;									
<input type="checkbox"/>	6. Cópia de documento que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver);									
<input type="checkbox"/>	7. Documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL da cogeração qualificada (se houver).									
5. CONTATOS NA DISTRIBUIDORA (PREENCHIDO PELA DISTRIBUIDORA)										
Responsável/Área:										
Endereço:										
Telefone:				E-mail:						
6. DADOS DO SOLICITANTE										
Nome/Procurador Legal:										
Telefone:				E-mail:						
Local:										
Data:				Assinatura do Responsável						

ANEXO B – MEMORIAL TÉCNICO

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUIDA (GD) SOLAR			
Tipo de Projeto		Previsão de Atendimento:	
FINALIDADE:			
<i>Normas e Padrões Técnicos e Resoluções Relacionadas:</i>			
DADOS DO PROPRIETÁRIO			
NOME:			
PESSOA:	CPF:	RG/EMISSOR:	
ENDEREÇO:		Nº:	COMP.:
BAIRRO:	CIDADE:		UF:
EMAIL:			
TELEFONE-01:	02:	03:	
DADOS DA OBRA			
EDIFICAÇÃO:			
ENDEREÇO:		Nº:	COMP.:
BAIRRO:	CIDADE:		ZONA:
Dados da Unidade Consumidora Geradora			
UNIDADE CONSUMIDORA EXISTENTE:		<i>Modalidade</i>	
<i>Tipo de Fonte da Geração</i>		<i>Potência da Geração</i>	
<i>Potencia previamente instalada da UC</i>		<i>Tipo do Ramal de Entrada</i>	
<i>Tipo de conexão</i>		<i>Classe de Atendimento</i>	
<i>Tensão de conexão</i>			
<i>Dimensionamento do Padrão de Entrada</i>			
DESCREVER ABAIXO TODAS AS UC'S QUE IRÃO PARTICIPAR DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO:			
Nº UC	% de Compensação	Nº UC	% de Compensação
DADOS DO RESP. TÉCNICO			
NOME:			
REG. PROFISSIONAL:	ORGÃO: CREA-PB	CPF:	
EMAIL:			
TELEFONE-01:	02:	03:	
			PARECER ENERGISA:
ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO			

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUIDA (GD) SOLAR			
Informações Das Placas			
<i>Fabricante dos Módulos</i>		<i>Modelo dos Módulos</i>	
<i>Potência Individual dos Módulos (Wp):</i>		<i>Quantidade de Módulos</i>	
<i>Potência Total da Geração (kWp)</i>		<i>Área Total dos Arranjos (m²)</i>	
<i>Localização da instalação das placas:</i>			
Informações Dos Inversores			
<i>Fabricante do Inversor</i>		<i>Modelos dos Inversores</i>	
<i>Potência Individual dos Inversores (kW):</i>		<i>Quantidade de Inversores</i>	
<i>Potência Total dos Inversores(kW):</i>		<i>Localização dos Inversores:</i>	
<i>Altura do Inversor - Do topo do visor até o piso acabado</i>		<i>Certificações:</i>	
<i>Dimensionamento dos equipamentos de proteções</i>			
Ajustes Recomendados das Proteções - Parametrização do Inversor			
<i>Descrição</i>	<i>Parâmetros</i>	<i>Tempo de Atuação</i>	
<i>Tensão no ponto de Conexão:</i>	$V < 80\% (0,8 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s	
<i>Tensão no ponto de Conexão:</i>	$V < 110\% (1,1 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s	
<i>Regime Normal de Operação</i>	$80\% \leq V \leq 110\%$	Condições normais	
<i>Subfrequência</i>	$f < 57,5 \text{ HZ}$	Desligar em até 0,2 s	
<i>Sobrefrequência</i>	$f > 62,0 \text{ HZ}$	Desligar em 0,2 s	
<i>Frequência Nominal da Rede</i>	$f = 60 \text{ HZ}$	Condições normais	
<i>Após a perda da rede (ilhamento), deverá interromper o fornecimento de energia a rede:</i>	Ilhamento	Interromper em até 2s	
<i>Após a retomada das condições normais de tensão e frequência da red, religar:</i>	Reconexão	Após 180s	
NOTAS:			
1. Os inversores deverão ser instalados em local de fácil e permanente acesso, onde o visor do inversor deverá ficar a uma altura máxima de 1,50m do piso acabado ao seu topo.			
2. Próximo à caixa de medição deverá ser instalada uma placa de advertência com os seguintes dizeres: "CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA".			
3. A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC ou acrílico com espessura mínima de 1mm e conforme modelo apresentado no desenho 16, emanexo à Norma Técnica 013.			
4. Para o ramal de entrada monofásico deverá ser instalado a caixa de medição trifásica, pois a monofásica não suporta o medidor bidirecional.			
Observações do projetista:			
PARECER ENERGISA:			
ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO			

APÊNDICE A – PROJETO FOTOVOLTAICO



NOTAS OBRIGATORIAS

- O inversor será instalado em local de fácil acesso;
- Somente deverá injetar energia na rede elétrica após a instalação do medidor bidirecional por parte da Energisa;
- O padrão de entrada de energia está em condições técnicas e de conservação próprias para a instalação do medidor de energia;
- As instalações serão executadas de acordo com a NBR-5410 e 14039 da ABNT;
- Todos os disjuntores serão certificados pelo INMETRO;
- A aprovação da vistoria pela Energisa, referente a obra deste projeto, fica condicionada a apresentação da ART/RT (Anotação de Responsabilidade Técnica - Termo de Responsabilidade Técnica) de execução visada no CREA/CT da localidade;
- 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 LIC PRINCIPAL, 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

- DISJUNTOR MONOPOLAR
- DISJUNTOR BIPOLAR
- DISJUNTOR TRIPOLAR
- DISJUNTOR QUADRIPOLOAR
- DPS CA
- DPS CC
- MEDIDOR BIDIRECIONAL
- ATERRAMENTO
- QUADRO DE PROTEÇÃO
- INVERSOR CC-CA GROWATT MIN5000TL-X
- PLACA SOLAR 460 W JINKO JKM460M-60HL4-V

DADOS DO PROJETO:

Endereço: _____
 Cidade / Setor: _____
 Proprietário: _____
 Autor do Projeto: _____
 Interessado: _____

Autor do Projeto _____ 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

Plantas baixa, de 1º pavimento (inversor 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: Fevereiro, 2022 Desenho: Solar Nobre

APÊNDICE B – PROJETO SUPERMERCADO

NOTAS OBRIGATÓRIAS

1. O padrão de entrada de energia está em condições técnicas e de conservação próprias para a instalação do medidor de energia;
2. As instalações serão executadas de acordo com a NBR 5410 e 14039 da ABNT;
3. Todos os disjuntores serão certificados pelo INMETRO;
4. 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/CFT da localidade.

BREVE DESCRITIVO DO EMPREENDIMENTO

O presente projeto tem por objetivo solicitar um acréscimo de carga para medição individual de um supermercado da cidade de Catolé do Rocha - PB, com Unidade Consumidora (UC) na configuração de baixa tensão (380/220V - 60 Hz), categoria T4.

LEGENDA E ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

- DISJUNTOR MONOPOLAR
- DISJUNTOR BIPOLAR
- DISJUNTOR TRIPOLAR
- DISJUNTOR QUADRIPOLEAR
- DPS CA
- DPS CC
- MEDIDOR
- ATERRAMENTO
- QUADRO DE PROTEÇÃO

DADOS DO PROJETO:

Endereço: _____
 Cidade / Setor: _____
 Proprietário: _____
 Autor do Projeto: _____
 Interessado: _____

Autor do Projeto _____ Nº CREA: _____

_____ Nº ART: _____

VISTORIADO E APROVADO POR:

APROVADO POR: _____

DATA: ____/____/____

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 ELÉTRICO

01

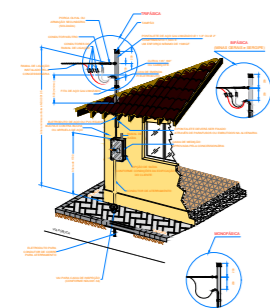
Diagrama Unifilar
 Plantas baixa, de situação
 Fachada Frontal
 Detalhe do ponto de Acesso e aterramento

A1 - Preto e Branco

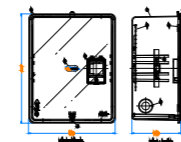
Escala: Sem Escala
 Data Completa: Novembro, 2021
 Desenho: Solar Nobre

DETALHE DO PONTO DE ACESSO E ATERRAMENTO

- 1 - NESTE DESENHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE BAIXA TENSÃO.
- NOTAS:
- 2 - OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR 5410.
 - 3 - A SAÍDA DOS CÉLULOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELETRODUTOS E APÊNDICES SECTORAIS.
 - 4 - A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM PÓSTE AUXILIAR DEVIDO AO MAIOR BAIXO DA RESIDÊNCIA.



DETALHE CAIXA DO MEDIDOR



- LEGENDA:
1. COBRE DA CAIXA POLICROMATIZADO NAS CORES PRETA OU CINZA, COM PAREDEIRA 1/4".
 2. TAMPA DA CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.
 3. CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.
 4. CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.
 5. TAMPA DA CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.
 6. TAMPA DA CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.
 7. TAMPA DA CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.
 8. TAMPA DA CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.
 9. TAMPA DA CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.
 10. TAMPA DA CAIXA DE PROTEÇÃO 200x200x50.

DETALHE DO ATERRAMENTO

