



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA - CEEI
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DEE
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

JOÃO CARLOS LIMA DA SILVA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO - PRIMAZ ENGENHARIA ENERGIA
SOLAR**

**CAMPINA GRANDE - PB
FEVEREIRO DE 2021**

JOÃO CARLOS LIMA DA SILVA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO - PRIMAZ ENGENHARIA ENERGIA
SOLAR**

Relatório de estágio supervisionado apresentado ao departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de bacharel em ciências, no domínio da engenharia elétrica.

Orientador: Luiz Augusto Medeiros Martins Nobrega

**CAMPINA GRANDE - PB
FEVEREIRO DE 2021**

JOÃO CARLOS LIMA DA SILVA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO – PRIMAZ
ENGENHARIA ENERGIA SOLAR**

Relatório de estágio supervisionado apresentado ao departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de bacharel em ciências, no domínio da engenharia elétrica.

Aprovado em 04/03/2021

Prof. Luiz Antonio Monteiro Marinho Nobrega, D. Sc.

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador

Prof. Pablo Bezerra Vilar, D. Sc.

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO DE 2021

Aos meus pais e ao meu irmão que sempre me ajudaram nos momentos difíceis longe de casa. O caminho foi árduo e cansativo, mas cheguei ao fim.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por te me sustentado durante toda a caminhada, sem Ele não teria conseguido nada. Agradeço também as minhas tias Letícia e Lucinda, por terem me ajudado a conseguir o estágio nesses tempos difíceis de pandemia. Por fim, agradeço a Alana, a Alicia e a Pâmela, por estarem sempre comigo.

Resumo

O presente trabalho descreve as funções desenvolvidas pelo aluno durante o estágio supervisionado na Primaz Engenharia e Energia Solar, localizada em Rio Branco - AC. Esta empresa atua no segmento de vendas e execução de projetos de painéis fotovoltaicos, realizando o dimensionamento e instalação desses sistemas, bem como o planejamento de acesso à concessionária local. Os conhecimentos adquiridos durante a graduação de engenharia elétrica foram cruciais para compreender e executar as atividades na empresa. As seguintes atividades foram desempenhadas: seja no levantamento de carga da unidade consumidora, dimensionamento dos cabos, geradores, e inversores seguindo as normas técnicas vigentes, visitas *in loco*, instalação do sistema fotovoltaico, monitoramento de geração de energia, e também na preparação dos relatórios do projeto, garantindo que as instalações atendam as especificações necessárias para assegurar sua qualidade.

Palavras-chave: Projeto, Fotovoltaico, Energia.

Abstract

The present work describes the functions developed by the student during the supervised internship at Primaz Engenharia e Energia Solar, located in Rio Branco - AC. This company operates in the segment of sales and execution of photovoltaic panels projects, performing the sizing and installation of these systems, as well as planning the access to the local utility. The knowledge acquired during the graduation in electrical engineering was crucial to understand and execute the activities in the company. The following activities were performed: either in the load survey of the consumer unit, dimensioning of the cables, generators, and inverters following the technical norms in effect, in loco visits, installation of the photovoltaic system, monitoring of energy generation, and also in the preparation of the project reports, guaranteeing that the installations meet the necessary specifications to ensure their quality.

Keywords: Project, Photovoltaic, Energy.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Logomarca da companhia.	12
Figura 2 – Organograma hierárquico	13
Figura 3 – Escritório de projetos - Primaz engenharia	14
Figura 4 – Painel fotovoltaico	16
Figura 5 – Fluxo das etapas de acesso de microgeração ao Sistema de Distribuição Energisa	18
Figura 6 – Localização da unidade consumidora	23
Figura 7 – Caixa de medição.	26
Figura 8 – Geração de energia/mês.	28
Figura 9 – Inversor	30
Figura 10 – Características técnicas do inversor	30
Figura 11 – Placas de advertência e de risco de choque elétrico	33
Figura 12 – Documentação mínima necessária para viabilizar o projeto	34
Figura 13 – Formulário de solicitação de acesso	35
Figura 14 – Painel instalado na unidade consumidora	36
Figura 15 – Sistema de proteção	37

Lista de tabelas

Tabela 1 – Levantamento de carga.	24
Tabela 2 – Consumo mensal dos últimos 12 meses.	25
Tabela 3 – Características técnicas do gerador.	29
Tabela 4 – Dispositivos de seccionamento	31
Tabela 5 – Características técnicas do disjuntor	31

Lista de abreviaturas e siglas

A	Ampére
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência nacional de energia elétrica
CA	Corrente alternada
Cc	Corrente contínua
CI	Carga instalada
FV	Fotovoltaico
Hz	Frequência nominal
kA	Kilo Ampére
Kw	Kilo watt
kWh	Kilo watt hora
kWp	Kilo Watt pico
NBR	Norma Brasileira Regulamentatória
NDU	Norma de distribuição unificada
PRODIST	Procedimentos de distribuição
Uc	Unidade consumidora
V	Volts
W	Watts

Lista de símbolos

E_{ger}	Energia gerada
I_{rr}	irradiação média no plano inclinado
P	Potência do gerador
η	Eficiência do projeto fotovoltaico

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	A empresa	12
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivos específicos	14
1.3	Estrutura do trabalho	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	O sol como fonte de energia	16
2.2	Células solares	16
2.3	Categorias de sistemas fotovoltaicos	17
2.3.1	Sistema <i>on-grid</i>	17
2.4	Componentes de um sistema fotovoltaico	17
2.5	Roteiro de projeto de sistemas fotovoltaicos para aprovação da concessionária Energisa	18
2.5.1	Solicitação de acesso	18
2.5.2	Documentação de acesso	19
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	20
3.1	Referências normativas	20
3.2	O projeto	22
3.3	Memorial Técnico Descritivo	23
3.3.1	Dados da unidade consumidora	23
3.3.2	Levantamento de carga	24
3.3.3	Consumo mensal da energia	25
3.4	Padrão de entrada	25
3.4.1	Ligação e Tensão de Atendimento	25
3.4.2	Disjuntor de Entrada	26
3.4.3	Caixa de medição	26
3.4.4	Ramal de entrada	27
3.5	Estimativa de geração	27
3.6	Dimensionamento do gerador	28
3.7	Dimensionamento do inversor	29
3.8	Dimensionamento da proteção	31
3.8.1	Dispositivo de seccionamento	31
3.8.2	Disjuntores	31
3.8.3	DPS	31
3.8.4	Dimensionamento dos cabos	32

3.8.5	Placa de advertência	33
3.9	Documentação mínima para o projeto	33
3.10	Formulário de solicitação de acesso	34
3.11	Diagrama unifilar	35
3.12	Planta de localização	36
3.13	Detalhes de padrão de entrada	36
3.14	Instalação do sistema fotovoltaico	36
3.15	Certificado de conformidade e registro do Inmetro	37
3.16	ART do responsável técnico	37
4	CONCLUSÃO	38
	Referências	39
	ANEXO A – DIAGRAMA UNIFILAR	41
	ANEXO B – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	42
	ANEXO C – DETALHES DO PADRÃO DE ENTRADA	43
	ANEXO D – REGISTRO DO INMETRO	44

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve as atividades do estágio supervisionado realizado pelo aluno, do dia 16/11/2019 até 08/01/2021, totalizando 192 horas, cumprindo integralmente a carga horária necessária para a conclusão do curso. O estágio foi realizado no escritório de projetos da Primaz Engenharia, responsável por toda a estrutura organizacional de elaboração dos escopos de projetos de energia solar, bem como a posterior instalação dos sistemas fotovoltaicos.

No termo de compromisso de estágio formulado pela empresa foram determinadas as seguintes atividades a serem cumpridas durante a vigência do contrato:

- Preencher o memorial descritivo e elaboração de escopos dos sistemas fotovoltaicos a serem desenvolvidos, de acordo com as normas regulamentárias de: instalações elétricas, energia solar fotovoltaica e distribuição unificada emitida pela Energisa S/A;
- Dimensionamento das placas, diagrama unifilar e detalhamento dos padrões de entrada dos sistemas;
- Observação *in loco* da unidade consumidora para realizar o levantamento de carga e de consumo;
- Elaboração dos desenhos técnicos dos componentes do sistema fotovoltaico.

1.1 A empresa

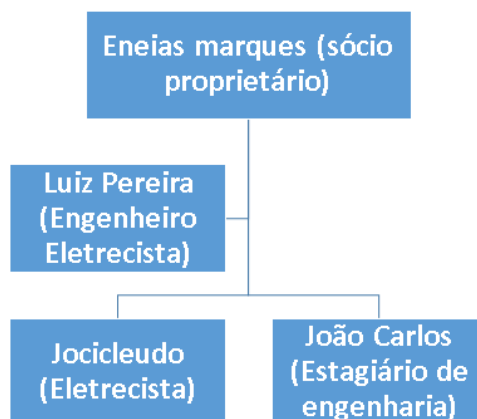
A Primaz Engenharia Energia Solar é uma companhia que tem como nicho de atuação a elaboração e execução de projetos fotovoltaicos, realizando o dimensionamento e instalação dos componentes necessários, bem como o projeto de acesso à concessionária local. A figura 1 a seguir apresenta o logo da empresa:

Figura 1 – Logomarca da companhia.



Fonte: Google imagens, 2021

Localizada em Rio Branco, Acre, a entidade conta com quatro colaboradores, distribuídos de forma hierárquica, como mostrado na figura 2 a seguir:

Figura 2 – Organograma hierárquico

Fonte: Autoria própria, 2021.

O escopo de trabalho de cada colaborador é discriminado da seguinte forma:

- Sócio proprietário: Responsável pelas propostas de vendas dos projetos;
- Engenheiro eletrecista: Incumbido de supervisionar a compra de materiais e supervisionar a instalação dos sistemas fotovoltaicos;
- Eletrecista: Responsável por instalar todos os equipamentos;
- Estagiário de engenharia: Encarregado de desenhar os diagramas, e dar suporte no desenvolvimento do memorial descritivo do projeto (escopo).

A Primaz Engenharia busca seu espaço no mercado de trabalho através de três pilares:

- Ter como missão oferecer produtos e serviços de qualidade;
- Ter a visão de ser referência em energia sustentável;
- Ter como valores o desenvolvimento sustentável, a inovação e o respeito a vida.

A companhia surgiu em abril de 2020 atuando em três ramos de trabalho:

- Projetos para empresas: Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos para otimizar o *payback* do investimento;
- Projetos para propriedades rurais: Objetivando transformar a propriedade rural em uma usina solar fotovoltaica;
- Projetos residenciais: instalação e homologação de sistemas fotovoltaicos de baixo consumo.

A figura 3 a seguir mostra a localização do escritório, cujo endereço é na Rua Rui Barbosa, número 519, bairro Centro.

Figura 3 – Escritório de projetos - Primaz engenharia



Fonte: Autoria própria, 2021.

1.2 Objetivos

O intuito da escrita desse relatório é apresentar as atividades desenvolvidas durante a realização do estágio integrado na empresa Primaz Engenharia Energia Solar e aplicar o conhecimento obtido durante o bacharelado de engenharia elétrica.

1.2.1 Objetivos específicos

Desenvolvimento de projetos de sistemas fotovoltaicos para obter aprovação da concessionária Energisa - AC, bem como produzir as seguintes atividades:

- Dimensionamento do diagrama unifilar e trifilar (para projetos com capacidade acima de 10KW);
- Detalhamento dos padrões de entrada;
- Elaboração do memorial técnico descritivo;
- Desenvolvimento de formulário de solicitação de acesso e do formulário de registro (para projetos como capacidade acima de 10 KW);
- Catalogação e certificação de conformidade dos inversores e painéis fotovoltaicos utilizados;

- Acompanhamento do processo de instalação do sistema de energia solar.

1.3 Estrutura do trabalho

O relatório será estruturado em 4 capítulos:

- Capítulo 01 - Aspectos introdutórios, apresentação da empresa, objetivos gerais e específicos;
- Capítulo 02 - Referencial teórico no que tange a teoria de sistemas fotovoltaicos;
- Capítulo 03 - Atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado;
- Capítulo 04 - Conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O sol como fonte de energia

Para adentrar no campo de geração de energia através de sistemas fotovoltaicos, deve-se entender primeiramente sua fonte de energia principal, o sol. O fornecimento de energia para o planeta terra através de radiação e calor através do sol, é de $1 * 10^{18} kWh$ (FIGUEIRA, 2014).

2.2 Células solares

As células fotovoltaicas são os componentes que realizam a transformação da energia solar em energia elétrica, fazendo essa tarefa através de materiais semi-condutores cujo elemento mais difundido para esta tarefa é o silício (MACHADO; MIRANDA, 2014). Esta conversão de energia ocorre via dopagem do semicondutor com os elementos químicos boro e silício, formando uma *junção pn*, onde de um lado concentram-se cargas carregadas positivamente, e do outro, negativamente (FIGUEIRA, 2014). A seguir na figura 4 é apresentada uma fotografia do painel fotovoltaico:

Figura 4 – Painel fotovoltaico



Fonte: Autoria própria, 2021.

O funcionamento da energia solar fotovoltaica baseia-se no fenômeno do efeito fotoelétrico, onde partículas de luz solar (fótons) sofrem colisão com os átomos de silício presentes no painel solar, deslocando os elétrons. A consequência dessa ação é a criação da corrente elétrica contínua, chamada de energia solar fotovoltaica (PORTALSOLAR, 2021).

Através de uma interligação por contatos metálicos e revestidas por um material transparente para ser isolado eletricamente (para proteger contra tensões mecânicas e

agentes atmosféricos) as células fotovoltaicas formam módulos, com o intuito de formar um arranjo fotovoltaico (FIGUEIRA, 2014).

2.3 Categorias de sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos desdobram-se em três categorias distintos: isolados, híbridos, e conectados a rede. Cada uma das configurações é usada a depender da aplicação. Não será aprofundado a teoria de sistemas híbridos e isolados, visto que, eles não foram utilizados para o desenvolvimento dos projetos da Primaz engenharia.

2.3.1 Sistema *on-grid*

O sistema de energia solar conectado à rede (*on-grid*), permanece ligado ao sistema de distribuição, sendo formado por equipamentos que convertem a energia solar em eletricidade, transferindo o excedente gerado para a distribuidora. Seu funcionamento se baseia da seguinte forma (PORTALSOLAR, 2021):

- 1) Capta-se luz solar via painéis solares fotovoltaicos, gerando a energia de corrente contínua (CC);
- 2) A corrente contínua passa pelo inversor solar conectado à rede e é convertida em eletricidade em corrente alternada (CA);
- 3) Ao tornar-se a mesma forma de energia oferecida pela distribuidora, uma parte gerada pelo inversor é utilizada pelos aparelhos eletrônicos do imóvel;
- 4) O excedente é transferido para a rede elétrica geral;
- 5) Por fim, será realizado o monitoramento objetivando a medição da geração de energia solar.

2.4 Componentes de um sistema fotovoltaico

Um sistema fotovoltaico possui 7 componentes básicos (FIGUEIRA, 2014):

- **Baterias:** Responsável pela armazenagem de energia para o sistema funcionar quando não há presença do sol;
- **Painéis solares:** Transformam a energia solar em eletricidade;
- **Inversores:** Responsáveis pela sincronia com a rede de distribuição e transformação da tensão contínua em tensão alternada, convertendo o sinal elétrico CC do arranjo em sinal elétrico CA;

- **Controlador de carga:** Evitam sobrecargas, ou, descargas exageradas na bateria, aumentando sua vida útil e desempenho.
- **Fusíveis:** Protegem os módulos contra sobrecargas ou curtos;
- **Disjuntores:** Atuam como isoladores do circuito, quando ocorre uma sobrecarga no sistema, podendo ser rearmado após acionado, diferente dos fusíveis, que devem ser trocados;
- **Medidor de energia:** Responsável por quantificar a energia que o sistema FV está produzindo;

O estudo de caso desenvolvido neste trabalho tem foco principal em um sistema *on-grid*, conectado a rede, e, não serão abordados componentes como baterias e controladores de carga.

2.5 Roteiro de projeto de sistemas fotovoltaicos para aprovação da concessionária Energisa

Para aprovar os sistemas de microgeração ao sistema de distribuição da Energisa projetados pela Primaz Engenharia, deve-se seguir o roteiro mostrado na figura 5 a seguir (BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A., 2019b):

Figura 5 – Fluxo das etapas de acesso de microgeração ao Sistema de Distribuição Energisa



Fonte: Energisa S/A, 2019

2.5.1 Solicitação de acesso

Nesta fase, solicita-se formalmente o acesso ao sistema de distribuição da Energia através de formulário que reúnem as informações técnicas e básicas para os estudos de

viabilidade de acesso, e também dos dados que serão enviados a ANEEL, posteriormente (BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A., 2019b).

2.5.2 Documentação de acesso

Para atender os pedidos de ligação de microgeração pelo acessante, os seguintes documentos devem ser entregues (BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A., 2019b):

- Documento de responsabilidade técnica, atestando quem será o profissional que desempenhá as atividades;
- Memorial descritivo de projeto, contendo as informações de conexão, proteção, dados, características do acessante;
- Identificação da Unidade consumidora (UC);
- Dados de tensão, disjuntor de entrada, isolamento, ramal de ligação e de entrada;
- Especificação do gerador, inversor, equipamento de proteção CC e CA (fusíveis, DPS);
- Descrição do sistema de aterramento;
- Descrição das funções de proteção utilizadas.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Primeiramente, é necessário fazer uma breve abordagem sobre as atividades desempenhadas pela Empresa concedente do estágio. As atividades podem ser divididas em:

- Venda;
- Dimensionamento das placas e inversores;
- Compra do material;
- Desenvolvimento do projeto;
- Acompanhamento da obra.

Dentro destas cinco atividades a empresa designou para o estagiário o desenvolvimento do projeto e o acompanhamento da obra, sendo essas duas tarefas todas as atividades desempenhadas pelo aluno durante o período de estágio. É importante destacar que a demanda dos projetos a serem desenvolvidos está diretamente ligada ao setor de vendas.

Isso posto, durante as 192h de estágio, o estagiário desenvolveu 4 projetos fotovoltaicos:

- 1 Projeto trifásico de 45,6 KW;
- 2 Projetos bifásico de 8,04 KW;
- 1 Projeto bifásico de 2,68 KW;

Neste capítulo será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto fotovoltaico bifásico de 8,04 KW de potência, servindo como base para exemplificar o desenvolvimento dos demais projetos.

3.1 Referências normativas

Para elaborar o memorial técnico descritivo, no âmbito da área de concessão do estado do Acre, foram utilizadas as normas e resoluções vigentes, descritas abaixo:

- ABNT NBR 5410: Instalações elétricas e de baixa tensão (BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017c);
- ABNT NBR 10899: Energia Solar Fotovoltaica (BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020, 2020);

- ABNT NBR 11704: Sistemas Fotovoltaicos (BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2019);
- ABNT NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da *interface* de conexão com a rede elétrica de distribuição (BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017a);
- ABNT NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da *interface* de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade (BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017b);
- ABNT NBR IEC 62116: Procedimento de Ensaio de Anti-ilhamento para Inversores de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2012);
- ENERGISA ACRE NDU – 013. Normas de Distribuição unificada – Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição (BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A., 2019b);
- ENERGISA ACRE NDU - 001. Norma de Distribuição Unificada – Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras (BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A., 2019a);
- ENERGISA ACRE NDU – 004.1. Norma de Distribuição Unificada - Instalações Básicas para Construção de Redes Compactas de Média Tensão de Distribuição (BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A., 2012);
- ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição (BRASIL - ANEEL, 2017a);
- ANEEL Resolução Normativa nº 414, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica (BRASIL - ANEEL, 2010);
- ANEEL Resolução Normativa ANEEL nº 482, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgerador e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia e o sistema de compensação de energia elétrica (BRASIL - ANEEL, 2017b);
- IEC 62116:2014 *Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding prevention measures* (EUA - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, 2014).

3.2 O projeto

O embasamento para a realização do projeto é o dimensionamento da quantidade de placas fotovoltaicas e do inversor, com base no consumo de energia do cliente. Com essa informação é possível elaborar uma proposta comercial. Caso seja efetuada a venda, a empresa repassa as informações ao estagiário, para que se dê início às etapas do projeto. Utilizando o projeto bifásico com potência de 8,04 KW como base, temos as seguintes informações disponibilizadas pela empresa:

- **Conta de Energia**

Consumo dos últimos 12 meses;

Classe: Residencial;

Ligação: Bifásica;

Endereço;

CEP;

CPF.

- **Placas fotovoltaicas policristalinos 144 células**

Fabricante: BYD;

Total de placas: 24;

Potência Nominal: 335 Wp;

Quantidade de string: 2;

Quantidade de placas por string : 12;

Potência Total: 8,04 KWp.

- **Inversor**

Fabricante: Growatt;

Modelo: 8000MTL-S;

Pn: 8 KW.

A primeira etapa a ser realizada pelo estagiário é a visita ao local onde serão realizadas as instalações do projeto fotovoltaico. Essa é uma importante atividade, pois, serão tiradas as fotos do padrão de entrada e do quadro geral de baixa tensão. Essas imagens serão utilizadas no memorial técnico descritivo e na planta com os detalhes das ligações do padrão de entrada. Outra informação relevante a ser anotada é a corrente nominal dos disjuntores já utilizados na instalação elétrica da residência. Por fim, é feito o levantamento de carga anotando todos os equipamentos relevantes.

3.3 Memorial Técnico Descritivo

O memorial técnico descritivo é a base para o projeto elétrico fotovoltaico, nele se encontra todos os detalhes e informações do projeto:

- Dados da unidade consumidora;
- Levantamento de carga e consumo;
- Padrão de entrada;
- Estimativa de geração;
- Dimensionamento do gerador;
- Dimensionamento do inversor;
- Dimensionamento da proteção;
- Dimensionamento dos cabos;
- Placa de advertência.

3.3.1 Dados da unidade consumidora

A unidade consumidora representa o conjunto de instalações e equipamentos elétricos, que são caracterizados pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor (ENERGISA S.A., 2021). Na figura 6 a seguir, observa-se a foto da UC utilizada neste estudo de caso:

Figura 6 – Localização da unidade consumidora



Fonte: Google maps, 2021

3.3.2 Levantamento de carga

O levantamento de carga foi realizado através da visita à residência do cliente, onde foram anotadas as principais cargas utilizadas pela unidade consumidora. Os dados podem ser descrito na tabela 01 a seguir:

Tabela 1 – Levantamento de carga.

DESCRIÇÃO	TENSÃO	POT (W) UNIT	QTD	POT TOTAL (W)
LÂMPADAS	127	9	9	81
AR CONDICIONADO (12000)	220	1200	2	2400
AR CONDICIONADO (9000)	220	900	2	1800
CHUVEIRO ELÉTRICO	220	3300	1	3300
GELADEIRA	127	100	2	200
FREEZER	127	90	1	90
TOMADAS DE USO GERAIS	127	290	10	2900
TV	127	30	1	30
MAQUINA DE LAVAR	127	1000	1	100
TOTAL	-	-	-	10901

Fonte: Aatoria própria, 2021

3.3.3 Consumo mensal da energia

As informações do consumo mensal de energia dos últimos 12 meses, podem ser obtidas através da conta de energia. Os dados podem ser observados na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Consumo mensal dos últimos 12 meses.

Novembro - 2020	297 kWh
Outubro - 2020	547 kWh
Setembro - 2020	610 kWh
Agosto - 2020	537 kWh
Julho - 2020	417 kWh
Junho - 2020	361 kWh
Mai - 2020	428 kWh
Abril - 2020	373 kWh
Março - 2020	433 kWh
Fevereiro - 2020	455 kWh
Janeiro - 2020	420 kWh
Total	4878 kWh
Média	443,45 kWh

Fonte: Autoria própria, 2021.

3.4 Padrão de entrada

As especificações técnicas relacionadas ao padrão de entrada foram obtidas na visita à residência do cliente, onde foram anotadas todas as informações necessárias para o memorial técnico descritivo.

3.4.1 Ligação e Tensão de Atendimento

A unidade consumidora está ligada em ramal de ligação em baixa tensão aérea, através de um circuito bifásico com três condutores de alumínio (duplex), sendo dois condutores (fase) de diâmetro nominal 16 mm² e um condutor (neutro) de diâmetro nominal 16 mm², com tensão de atendimento em 220/127V, derivado de uma rede aérea de distribuição secundária.

3.4.2 Disjuntor de Entrada

No ponto de entrega/conexão está instalado um disjuntor termomagnético, em conformidade com as seguintes características:

- **Número de polos:** 2;
- **Tensão nominal:** 220V;
- **Corrente nominal:** 50A;
- **Frequência nominal:** 60Hz;
- **Elemento de proteção:** Termomagnético;
- **Capacidade máxima de interrupção:** 3kA;
- **Acionamento:** Manual;
- **Curva de atuação (disparo):** C.

3.4.3 Caixa de medição

A caixa de medição existente em material policarbonato tem as dimensões de 520mm x 260mm x 186 mm (altura, largura e profundidade) e está instalada no muro da proprietária, conforme a figura 7 abaixo:

Figura 7 – Caixa de medição.



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.4.4 Ramal de entrada

O ramal de entrada da unidade consumidora é por meio de um circuito bifásico à três condutores de cobre com isolamento de PVC (70º), sendo dois condutores (fase) de diâmetro nominal 10 mm² e um condutor neutro de diâmetro nominal 10 mm², em 127/220 V. O mesmo já é existente e foi dimensionado de acordo com a carga instalada. Assim, conforme a NDU 001, o condutor utilizado para o acesso aéreo é de 16 mm², seguindo os padrões da Energisa.

3.5 Estimativa de geração

A estimativa de geração do sistema fotovoltaico é uma das etapas realizadas pela empresa na apresentação da proposta ao cliente. Diante desse fato, o papel do estagiário é simplesmente descrever, no memorial, de forma objetiva como ocorreu o cálculo da estimativa de geração de energia. A estimativa foi realizada conforme a equação 3.1 a seguir:

$$E_{ger} = P\eta I_{rr} \quad (3.1)$$

Onde:

- E_{ger} é a energia gerada;
- P é a potência do gerador, de 8.04 kWp;
- η é a eficiência do projeto fotovoltaico, de 0.8;
- I_{rr} corresponde a irradiação solar média no plano inclinado de 10°, com orientação para o norte (kWh/m² - Norte 10°).

Os resultados obtidos estão na figura 08 a seguir:

Figura 8 – Geração de energia/mês.

Geração (KWh / mês)		Rio Branco - irradiação solar no plano inclinado 10° orientação N (kWh/m ²) Norte 10°	
Mês de Referência TOTAL			
Potência do projeto 8.04 kWp			
JAN	868,32	JAN	4,5
FEV	887,62	FEV	4,6
MAR	810,432	MAR	4,2
ABR	849,02	ABR	4,4
MAI	771,84	MAI	4,0
JUN	791,14	JUN	4,1
JUL	829,73	JUL	4,3
AGO	945,50	AGO	4,9
SET	984,10	SET	5,1
OUT	984,10	OUT	5,1
NOV	964,80	NOV	5,0
DEZ	887,62	DEZ	4,6
ANUAL	881,18	MÉDIA	4,6
		Eficiência do Projeto Fotovoltaico (inferência padrão):	
		0,80	

Fonte: Autoria própria, 2021.

3.6 Dimensionamento do gerador

Como mencionado anteriormente, o dimensionamento do gerador é feito pela empresa Primaz Engenharia Energia Solar. O papel do estagiário nessa etapa consiste em disponibilizar, no memorial, todas as informações pertinentes ao dimensionamento do gerador, e das características técnicas presentes no catalogo do fabricante.

O gerador é formado por um total de 24 placas, divididas em 2 strings de 12 placas. O dimensionamento do gerador foi feito através da análise da média de consumo de energia. As características técnicas das placas fotovoltaicas estão contidas na tabela 3 a seguir:

Tabela 3 – Características técnicas do gerador.

Fabricante	BYD
Modelo	335PHK-36
Potência nominal - Pn (W)	335
Tensão de circuito aberto - Voc (V)	45,44
Corrente de curto-circuito - Isc (A)	9,25
Tensão máxima de operação - Vpmp (V)	38,10
Corrente máxima de operação - Vpmp (A)	8,79
Eficiência (%)	17%
Comprimento (mm)	1992
Largura (mm)	992
Área (m ²)	1976
Peso (kg)	22,2
Quantidade	24
Potência do gerador (kW)	8,04

Fonte: Autoria própria, 2021.

3.7 Dimensionamento do inversor

O presente dimensionamento também está atrelado às atividades desempenhadas pela empresa. Assim, o estagiário foi responsável por descrever as características técnicas presentes no catálogo do inversor, este que, é apresentado na figura 9 a seguir:

Figura 9 – Inversor



Fonte: Autoria própria, 2021

O inversor foi dimensionado com base na potência total do gerador (8,04 KW), onde a entrada do inversor deve ser capaz de suportar a potência gerada pelas placas fotovoltaicas. A máxima potência de entrada do inversor é de 10,5 KW. As demais características técnicas estão contidas na figura 10 a seguir:

Figura 10 – Características técnicas do inversor

Fabricante	GROWATT
Modelo	8000MTL-S
Quantidade	1
Entrada	
Tensão nominal – Vn [V]	360
Máxima potência na entrada CC – Pmax-cc [kW]	10,5
Máxima tensão CC – Vcc-máx [V]	550
Máxima corrente MPP CC – Icc-máx [A]	32
Máxima tensão MPPT – Vpmp-máx [V]	550 VDC
Mínima tensão MPPT – Vpmp-min [V]	80 VDC
Tensão CC de partida – Vcc-part [V]	100
Quantidade de Strings	2
Quantidade de MPPT	2
SAÍDA	
Potência nominal CA – Pca [kW]	8,0
Máxima potência aparente na saída CA – Pca-máx [kW]	8,0
Máxima corrente na saída CA – Imáx-ca [A]	36,4
Tensão nominal CA – Vnon-ca [V]	220
Frequência nominal – Fn [Hz]	60 / 54 - 65

Fonte: Autoria própria, 2021.

3.8 Dimensionamento da proteção

3.8.1 Dispositivo de seccionamento

A chave seccionadora é dimensionada pelo próprio fabricante do painel de proteção CC. Assim temos o seguinte dimensionamento presente na tabela 4:

Tabela 4 – Dispositivos de seccionamento

Origem	Destino	Bitola	Proteção	Tensão Nom.	Corrente max.
Módulos	Inversor	4mm ²	SEC 32A	1000V	25A

Fonte: Autoria própria, 2021

3.8.2 Disjuntores

O dimensionamento do disjuntor do painel de proteção CA é feito analisando a corrente máxima que passa pelo cabo conectado a saída do inversor (36,4 A). As características do disjuntor são descritas na tabela 05, a seguir:

Tabela 5 – Características técnicas do disjuntor

Origem	Destino	Bitola	Proteção	Tensão Nom.	Capacidade de interrupção (icu)
Inversor	QDG	6mm ²	DJ40	220V	3000A

Fonte: Autoria própria, 2021

- **Tipo:** Corrente alternada;
- **Número de polos:** 2;
- **Tensão nominal CA:** 220V;
- **Corrente nominal CA:** 40A;
- **Frequência para disjuntor CA:** 60Hz;
- **Capacidade máxima de interrupção:** 3kA;
- **Curva de atuação:** C

3.8.3 DPS

Os DPSs do quadro de proteção CC foram dimensionados pelo fabricante do *string box*. Assim as características do DPS são:

- **Tipo:** Corrente contínua;
- **Classe:** 2;
- **Tensão CC ou CA (V):** 1000 DC;
- **Corrente nominal (kA):** 12,5;
- **Corrente máxima total (kA):** 40;

Os DPSs do quadro de proteção CA foram dimensionados de acordo com a tensão de fase da saída do inversor 220 V. Assim, temos as seguintes características:

- **Tipo:** Corrente alternada;
- **Classe:** 2;
- **Tensão CC ou CA (V):** 275CA;
- **Corrente nominal (kA):** 20;
- **Corrente máxima total (kA):** 40.

3.8.4 Dimensionamento dos cabos

Os condutores do sistema de geração de energia fotovoltaica apresentam duas características: os cabos relacionados à parte da corrente contínua e os cabos da parte de corrente alternada. Os condutores conectados a parte do sistema CC são dimensionados de acordo com o fabricante dos painéis solares e corresponde a 4 mm². Já para os condutores do sistema CA, o dimensionamento é realizado de acordo com a norma ABNT NBR 5410. Assim, temos as seguintes classificações e fatores de correção para o ponto de maior carregamento:

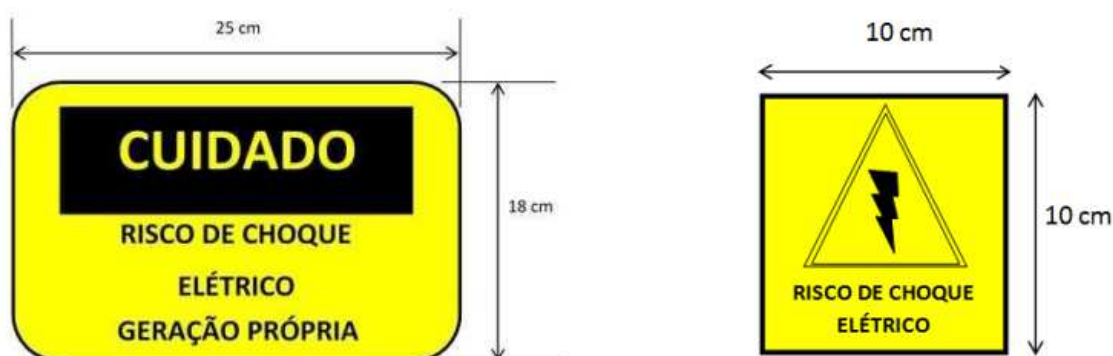
- **Método de instalação:** B1 (eletroduto aparente e cabos unipolares);
- **Fator de correção por temperatura:** 1 (isolação em PVC e temperatura ambiente máxima de 30C);
- **Fator de agrupamento:** 1 (apenas um circuito por eletroduto);
- Os condutores utilizados foram de 6 mm².

No ramal de entrada, a instalação elétrica original possui condutores unipolares de cobre com isolação em PVC de 10 mm², conforme a NDU 001, para uma demanda 10901 W. A corrente máxima para o dimensionamento do disjuntor é de 50A.

3.8.5 Placa de advertência

A sinalização de segurança deve ser instalada junto ao padrão de entrada de energia, próximo à caixa de medição. Deverá ser instalada uma placa de advertência com os seguintes dizeres: “CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA”, sendo identificado com tinta anticorrosiva, não sendo aceita a utilização de adesivos. A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC ou acrílico com espessura mínima de 1mm (BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A., 2019b) . As placas dimensionadas estão na figura 11 a seguir:

Figura 11 – Placas de advertência e de risco de choque elétrico



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.9 Documentação mínima para o projeto

A documentação mínima exigida pela norma NDU 001 (Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição) pode ser visualizada na imagem 12 a seguir:

Figura 12 – Documentação mínima necessária para viabilizar o projeto

Documentos Obrigatórios	Até 10 kW	Acima de 10 kW	Observações
1. Formulário de Solicitação de Acesso	SIM	SIM	
2. ART do Responsável Técnico	SIM	SIM	
3. Diagrama unifilar do sistema de geração, carga, proteção e medição	SIM	SIM	
4. Diagrama de blocos do sistema de geração, carga e Proteção	NÃO	SIM	Até 10kW apenas o diagrama unifilar
5. Memorial Técnico Descritivo	SIM	SIM	
6. Projeto Elétrico, contendo:	NÃO	SIM	
6.1. Planta de Situação			Itens integrantes do Projeto Elétrico
6.2. Diagrama Funcional			
6.3. Arranjos Físicos ou layout e detalhes de montagem			
6.4. Manual com Folha de Dados (datasheet) dos Inversores (fotovoltaica e eólica) ou dos geradores (hídrica, biomassa, resíduos, cogeração, etc.)			
7. Certificados de Conformidade dos Inversores ou o número de registro de concessão do INMETRO para a tensão nominal de conexão com a rede	SIM	SIM	Inversor acima de 10 kW, não é obrigatória a homologação, apresentar apenas certificados de conformidade.
8. Dados necessários para registro da central geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/scg	SIM	SIM	
9. Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI a VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Apenas para os casos de autoconsumo consumo remoto, geração compartilhada e EMUC
10. Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os Integrantes	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Apenas para EMUC e geração compartilhada.
11. Documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL, no caso de cogeração qualificada	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Apenas para cogeração qualificada
12. Contrato de aluguel ou arrendamento da unidade Consumidora	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Quando a UC geradora for alugada ou arrendada
13. Procuração	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Quando a solicitação for feita por terceiros
14. Autorização de uso de área comum em condomínio	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Quando uma UC individualmente construir uma central geradora utilizando a área comum do condomínio

Fonte: NDU 001, 2021

3.10 Formulário de solicitação de acesso

Nesta etapa ocorre a solicitação formal, pelo Acessante, de acesso ao sistema de distribuição. A solicitação é formalizada através de formulário específico a ser encaminhado obrigatoriamente à Energisa pelo Acessante, que se propõe a interligar sistemas de microgeração ao sistema de Distribuição (redes de BT). Os formulários reúnem as informações técnicas e básicas necessárias para os estudos pertinentes ao acesso, bem como os dados

que posteriormente serão enviados à ANEEL para fins de registro da unidade de geração (BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A., 2019b), mostrado na figura 13 a seguir:

Figura 13 – Formulário de solicitação de acesso

SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM POTÊNCIA SUPERIOR 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):	10901		Tensão de Atendimento:	127/220		
Tipo de Conexão:	Monofásica	<input type="checkbox"/>	Bifásica	<input checked="" type="checkbox"/>	Trifásica	
Tipo de Ramal:	Aéreo		<input checked="" type="checkbox"/>	Subterrâneo		
3. DADOS DA GERAÇÃO						
Potência Instalada de Geração (kWp):	8,04					
Tipo da Fonte de Geração:	Solar	<input checked="" type="checkbox"/>	Eólica	<input type="checkbox"/>	Biomassa	
	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					

Fonte: Autoria própria, 2021

3.11 Diagrama unifilar

Com os dados referentes ao dimensionamento das placas e do inversor disponibilizado pela empresa, e das informações técnicas contidas nos catálogos e *datasheets*, é possível iniciar a elaboração do diagrama unifilar. Utilizando como base o diagrama unifilar da norma NDU 013, o desenho técnico foi realizado no programa AutoCad 2020. Pode-se visualizar o diagrama unifilar no anexo A.

3.12 Planta de localização

A planta de localização também teve como base o desenho da norma NDU 013. Os dados para a produção da planta de localização foram determinados através das informações disponíveis da conta de energia, como endereço e CEP. Assim foi utilizado o Google Maps para a identificação das coordenadas e para delimitação do terreno do cliente. A planta pode ser visualizada no anexo B.

3.13 Detalhes de padrão de entrada

Nessa etapa do projeto é necessário a utilização das fotos tiradas na visita ao local das instalações do sistema fotovoltaico. Essas fotos são utilizadas como base para que se possa realizar o desenho dos detalhes de sinalização e segurança, e das conexões de entrada. A planta com os detalhes do padrão de entrada pode ser visualizada no anexo C.

3.14 Instalação do sistema fotovoltaico

Após feita as observações acerca os detalhes supracitados, a Primaz Engenharia designou a instalação do sistema fotovoltaico na unidade consumidora (residência), apresentado na figura 14 a seguir:

Figura 14 – Painel instalado na unidade consumidora



Fonte: Autoria própria, 2021

Na figura 15 a seguir, encontra-se o sistema de proteção:

Figura 15 – Sistema de proteção



Fonte: Autoria própria

3.15 Certificado de conformidade e registro do Inmetro

A aprovação do projeto pela concessionária é condicionada a apresentação do certificado de conformidade do inversor e do registro do Inmetro. Esses dois documentos são de extrema importância, pois, atestam que o inversor foi ensaiado e aprovado conforme as normas técnicas brasileiras ou internacionais (para inversores com potência superior a 10 KW). O certificado de conformidade do inversor *Growatt 8000MTL-S* é disponibilizado no portal oficial do fabricante, já o registro do Inmetro é disponibilizado pelo *site* da instituição, podendo ser visto no anexo D.

3.16 ART do responsável técnico

Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) é o documento cuja função é atestar que o profissional é apto a desempenhar as funções de engenharia. Logo, a ART é de responsabilidade do engenheiro eletricista da empresa. Esse documento deve ser anexado ao final do projeto.

4 CONCLUSÃO

Sistemas fotovoltaicos conectados à rede apresentam um aumento contínuo da demanda no Brasil, e garantir a qualidade e viabilidade desses sistemas está no cerne da preocupação da empresa e do engenheiro que irá projetá-lo.

Através desse aspecto, este relatório se apresenta como um procedimento de aprovação de sistemas fotovoltaicos, com o objetivo de validar seu correto funcionamento, através da adequação às normas técnicas, definindo sua capacidade produtiva, e o mais importante: aplicar o conhecimento técnico científico obtido durante graduação em engenharia elétrica na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), através do estágio supervisionado.

Para atingir esse objetivo, o trabalho resumiu alguns aspectos relacionados às normas técnicas aplicáveis aos sistemas fotovoltaicos, apresentou o referencial teórico para caracterizar esses sistemas, e, propôs uma metodologia para aprovação do projeto na concessionária de energia. Paralelamente, todos os serviços descritos e desenvolvidos, neste relatório de estágio, precisaram passar por trâmites burocráticos tanto da primaz engenharia, como da concessionária Energisa S/A .

Em suma, reforça-se que o estudante de graduação da UFCG é submetido a um fluxograma capaz de desenvolver habilidades e experiências que lhe darão as ferramentas necessárias para enfrentar qualquer desafio de engenharia com responsabilidade, exímia destreza, segurança, e qualidade. Outrossim, a UFCG e a Primaz Engenharia e energia solar assemelham-se em conjunto no foco em resultado.

Referências

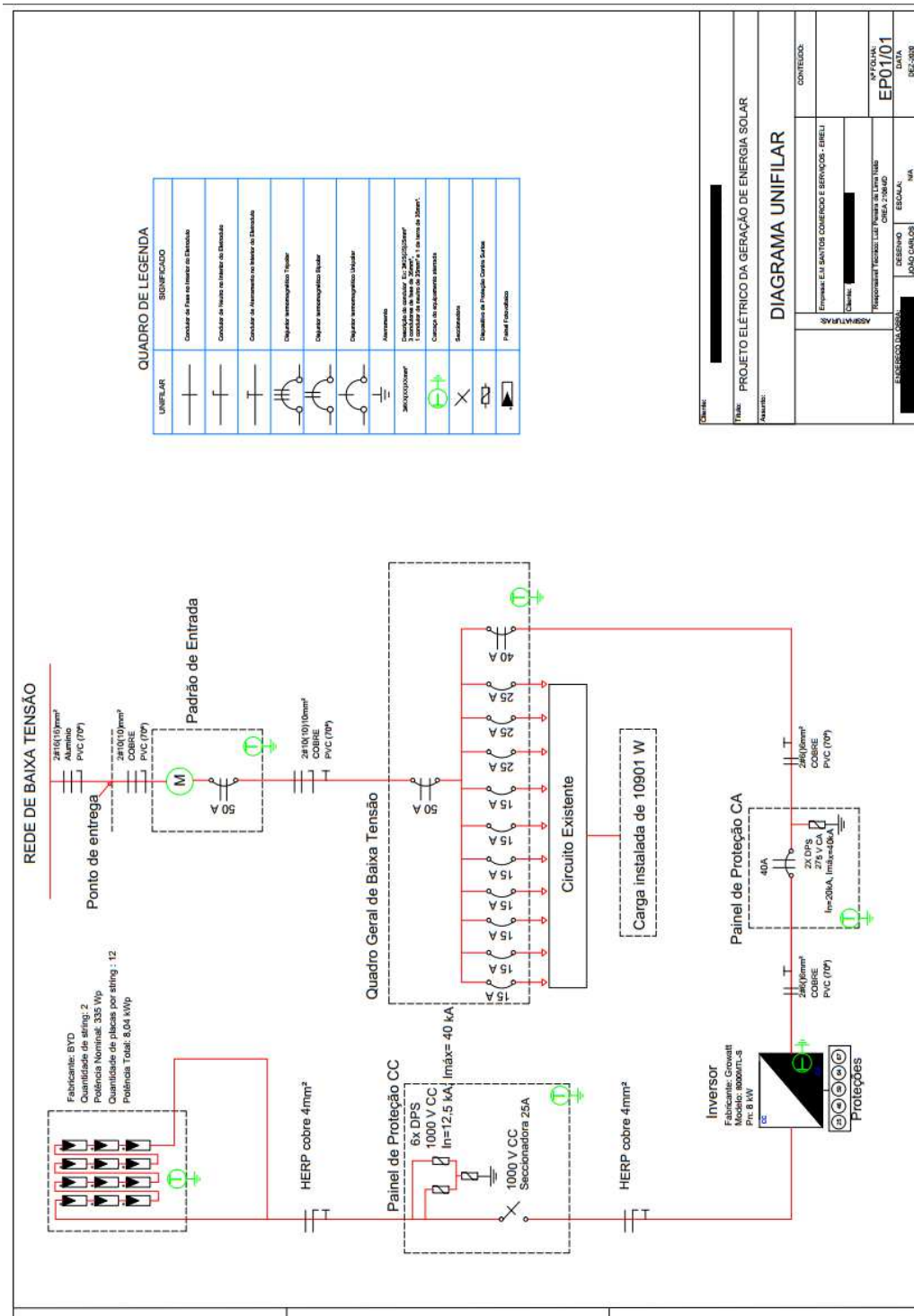
- BRASIL - ANEEL. Resolução normativa nº 414. **Condições gerais de fornecimento de energia elétrica**, Brasília - DF, p. 1 – 293, Setembro 2010. Acesso em: 03/01/2021.
- BRASIL - ANEEL. PRODIST. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional**, Brasília - DF, p. 1 – 74, Janeiro 2017a. Acesso em: 03/01/2021.
- BRASIL - ANEEL. Resolução Normativa ANEEL nº 482. **Condições gerais para o acesso de microgeração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica**, Abril 2017b. Acesso em: 03/01/2021.
- BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A. NDU 004. **instalações básicas para construção de redes de distribuição urbana**, p. 1 – 14, Julho 2012. Acesso em: 03/01/2021.
- BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A. NDU - 001. **Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras**, p. 1 – 151, Junho 2019a. Acesso em: 03/01/2021.
- BRASIL - GRUPO ENERGISA S. A. NDU 013. **Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição**, p. 1 – 66, Setembro 2019b. Acesso em: 03/01/2021.
- BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. NBR IEC 62116. **Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**, Brasília - DF, p. 1 – 21, Março 2012. Acesso em: 29/12/2020.
- BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. NBR 16149. **Sistemas fotovoltaicos (FV) - características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição**, Brasília - DF, p. 1 – 12, Outubro 2017a. Acesso em: 29/12/2020.
- BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. NBR 16150. **Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade.**, Brasília - DF, p. 1 – 24, Outubro 2017b. Acesso em: 29/12/2020.
- BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. NBR 5410. **Instalações elétricas e de baixa tensão**, p. 1 – 107, Abril 2017c. Acesso em: 29/12/2020.
- BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. NBR 11704. **Classificação de sistemas fotovoltaicos**, Brasília - DF, p. 1 – 2, Fevereiro 2019. Acesso em: 29/12/2020.
- BRASIL - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020. NBR 10899. **Energia solar fotovoltaica**, Brasília - DF, p. 1 – 11, Agosto 2020. Acesso em: 29/12/2020.
- EUA - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 62114. **Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding prevention measures**, p. 1 – 51, Fevereiro 2014. Acesso em: 04/01/2021.
- FIGUEIRA, F. F. **DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE PARA ALIMENTAR A SALA DE COMPUTAÇÃO DA ESCOLA MUNICIPAL TENENTE ANTÔNIO JOÃO**. 2014. 63 p. Monografia (Engenharia elétrica) — Universidade

federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011680.pdf>. Acesso em: 16/02/2021.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 7, n. 1, p. 126 – 143, Outubro 2014. Acesso em: 06/02/2021.

PORTALSOLAR. **Sistema Solar On Grid (Conectado à Rede)**. 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/sistema-solar-conectado-a-rede-on-grid>. Acesso em: 06/02/2021.

ANEXO A – DIAGRAMA UNIFILAR



UNIFILAR	SIGNIFICADO
	Condutor de Fase no Interior da Estação
	Condutor de Neutro no Interior da Estação
	Condutor de Alimentação no Interior da Estação
	Diagrama eletromagnético Trifase
	Diagrama eletromagnético Bipolar
	Diagrama eletromagnético Unifilar
	Alimentação
	Descrição de condutor: Ex: 2x100(100mm²) COBRE, 1 condutor de fase de 100mm² e 1 condutor de neutro de 100mm² e 1 raio de 20mm².
	Composto de equipamentos anexos
	Secundária
	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
	Panel Fotovoltaico

DIAGRAMA UNIFILAR	
TÍTULO: PROJETO ELÉTRICO DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR	CONTEÚDO:
NOME:	EMPRESA: ELL SANTOS COMÉRCIO E SERVIÇOS - EIRELI
ENDEREÇO:	CIDADÃO:
TELEFONE:	Nº FOLHA:
E-MAIL:	PROPOSTA Nº PROJETO:
DATA:	CREA:
ESCALA:	Nº FOLHA:
DESENHO:	CREA:
EBOCA:	Nº FOLHA:
NOME:	EP01/01
DATA:	02/03/2021

Fonte: Autoria própria, 2021

ANEXO C – DETALHES DO PADRÃO DE ENTRADA

ILUSTRE DA INSTALAÇÃO

ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO OU PVC RÍGIDO

RAMAL DE LIGAÇÃO

PLACA DE ADVERTÊNCIA

MEDIDOR BIDIRECIONAL

ELETRODUTO EMBUTIDO NA ALVENARIA

CAIXA DE PASSAGEM COM TAMPA DE CONCRETO

OBS: O MEDIDOR ESTÁ LOCALIZADO DENTRO DA CASA

FRENTE DA CASA

Modelo de placa de Advertência

Cliente: [REDACTED]		Empresa: E.M SANTOS COMERCIO E SERVIÇOS • EIRELI	
Título: Geração Distribuída - Energia Fotovoltaica		Conteúdo:	
Assunto: DETALHES DA ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA		Nº FOLHA: EP-01/03 DATA: DEZ-2020	
ASSINATURAS		DESENHO: JOMO CARLOS ESCALA: N/A	
ENDEREÇO DA OBRA: [REDACTED]		Responsável Técnico: Luiz Pereira de Lima Neto CREA 21084/D	

ANEXO D – REGISTRO DO INMETRO

Q Detalhes do Registro 005368/2018

Status
Ativo

Concessão
27/09/2018

BYD do Brasil Ltda.
Avenida Antonio Buscato, 230 TIC Cep:13069-119 | TIC - Campinas - SP
Tel. (Telefone) (11) 99712.7265 - margareth.cadenasso@byd.com
(mailto:margareth.cadenasso@byd.com)

Programa de Avaliação da Conformidade
Sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica (módulo, controlador de carga, inversor e bateria)

Portaria Inmetro **Nome de Família**
n.º (Número) 4 de 04/01/2011 Policristalino PHK 5BB

Certificado
Não aplicável

[Pesquisar histórico de alterações](#)

Data	Alteração	Marca	Modelo	Descrição
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 275PHK-30	5BB
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 280PHK-30	5BB

metro.inmetro.gov.br/consulta/detalhe.aspx?pag=1&NumeroRegistro=005368/2018

12/2020 Registro 005368/2018 | Avaliação da Conformidade

Data	Alteração	Marca	Modelo	Descrição
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 285PHK-30	5BB
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 290PHK-30	5BB
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 295PHK-30	5BB
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 325PHK-36	5BB
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 330PHK-36	5BB
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 335PHK-36	5BB
27/09/2018	Incluído	BYD	BYD 340PHK-36	5BB



Fonte: Autoria própria, 2021